


BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio XVII
Palchetto C
Num.° d' ordine 2
2369

SCELTA BIBLIOTECA

DELL'

INGEGNERE CIVILE

VOLUME DUODECIMO

ARCHITETTURA
IDRAULICA

OVVERO

ARTE DI CONDURRE, INNALZARE E REGOLARE LE ACQUE
PEI VARJ BISOGNI DELLA VITA



DI

BERNARDO BELIDOR

COMMISSARIO PROVINCIALE D'ARTIGLIERIA, R. PROFESSORE DI MATEMATICHE ALLE SCUOLE DELLO STESSO CORPO, MEMBRO DELLE ACCADEMIE REALI DELLE SCIENZE D'INGHILTERRA E DI PRUSSIA E CORRISPONDENTE DI QUELLA DI PARIGI

CON NOTE ED AGGIUNTE
IN SEGUITO A QUELLE

DI NAVIER

INGEGNERE NEL CORPO REALE DI PONTI E STRADE

VERSIONE ITALIANA SU L'ULTIMA EDIZIONE FRANCESE

DI

BASILIO SORESINA

DOTTORE NELLE SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE

PARTE II.ª — TOMO I.º

MANTOVA
PRESSO GLI EDITORI
1838

MILANO. Coi Torchj di Gaspare Truffi
Contrada del Cappuccio N.° 5133.

PREFAZIONE DELL' AUTORE

Fra tutte le arti cui il bisogno costrinse gli uomini ad applicarsi nessuna è più interessante alla società in generale di quella con cui si assoggetta il corso delle acque ad eseguire diverse funzioni che accrescono i vantaggi di essa. Ma non deve recar sorpresa che un' arte la quale insegna ad innalzarle al vertice dei monti, circoscrive i limiti ai più furiosi torrenti, facilita la navigazione de' fiumi e dei mari, che sa congiungerli con canali ad onta degli ostacoli che il terreno presenta, che asciuga i terreni acquosi, irriga gli aridi, assicura la quiete alle città marittime e contribuisce alla difesa della maggior parte delle altre, non sia stata immaginata se non gran tempo dopo quelle che hanno per iscopo soltanto il fasto e le frivolezze, benchè pur fosse la precipua sorgente delle ricchezze e dell'abbondanza?

Non sono ancora due secoli che gli Olandesi inventarono le grandi chiuse e che da loro si apprese ad applicarle ad infinite circostanze utili ai bisogni della vita: perocchè su ciò non abbiamo nulla dagli antichi che sia degno di essere paragonato alle opere maravigliose di cui ora è piena l'Europa; ma quali fatiche non provarono gl'ingegneri che vi si sono adoperati i primi, per poter giognere a lavorare con sicurezza; e che non avrebbero dato per avere su questa materia delle istruzioni atte a guidarli! Per difetto di tali soccorsi è da temersi che si facciano de' tentativi onerosi allo stato, e queste opere fallirono per difetti nella costruzione. Non si conosce mai tanto la propria indigenza come nel caso di dover esprimere ciò che si sa imperfettamente.

L' Architettura idraulica incontra nell' esecuzione difficoltà assai maggiori della civile; l' acqua è un terribile elemento da soggiogare quando fa duopo stabilire solidamente delle costruzioni importanti malgrado i furori del mare, e le correnti impetuose de' grandi fiumi. Quant' arte, destrezza e costanza occorre per conseguire l' intento; mentre nell' architettura civile si è sicuri dell' esito coll' applicazione di alcune regole generali sanzionate dall' uso e dal buon gusto! D' altronde è assai più facile istruirsi di quest' ultima su la quale si hanno moltissimi ottimi libri, mentre sull' altra non ne abbiamo alcuno; perocchè non si può far conto di ciò che ne dissero pochi

autori nelle loro raccolte di macchine, ove non determinano regola veruna per condursi nell' esecuzione. Ciò non pertanto le arti non si perfezionano se non in quanto sono trasmesse negli scritti di coloro che ne hanno trattato, perchè soltanto studiando ciò che fu eseguito di meglio in ciascuna specie di lavoro se ne possono dedurre massime giudiziose.

Tutti convengono che per condur bene le costruzioni importanti, è necessaria una certa capacità che non si acquista se non con lunga esperienza; e si ha ragione di conchiudere che soltanto dopo aver veduto operare per lungo tempo i maestri dell' arte, si giugne a camminare su le loro traccie; ma quando si aspira a divenir abile in più d' un genere di lavori è molto raro che si possa seguirli tutti ad un tratto in uno stesso luogo; si è soggetti a vedere sempre presso a poco le stesse cose, ed a passare una parte della vita chiusa in un cerchio assai limitato di conoscenze. E quando si cangia dipartimento si trova nella sgraziata circostanza di non saper oggi ciò che si debba far domani; il che non può a meno di succedere quando la mente non è apparecchiata al progressivo andamento dell' opera; dal che si può conchiudere che soltanto con la lunga sperienza si giugne ad agire da sè; sciaguratamente ciò succede in un' età in cui non si è più in istato di apprezzare quanto si è acquistato per un mezzo così precario.

L' unico vantaggio che rimane quando si ha dell' amore par la propria arte, si è quello di studiare i trattati che ne fanno parte se si ha la fortuna di trovarne che sieno capaci di soddisfare una mente che non si appaghi della scorza delle cose; ma dove sono questi trattati? Tutti i soggetti non furono ancora sviluppati; ed eccetto quelli che si riferiscono alle matematiche, come sono sviluppati quasi tutti gli altri? Da ciò proviene che quando si vuole eseguire ciò che si è appreso dallo studio non si sa a che appigliarsi; questo giustifica quel sentimento sì comune che la sola pratica può formare gli uomini, e che la teoria può appena abbozzarli. Osservando bene vedrassi che questo difetto procede assai meno dalla difficoltà d'istruirsi nei libri, che dagli errori di quelli che li composero; perocchè non hanno se non sfiorata la materia o per coscienza di dirne a bastanza, o più tosto per non avere inteso bene neppur essi ciò che volevano spiegare agli altri.

Queste riflessioni sono quelle che ci hanno impegnato a fare da più di trent' anni delle ricerche su tutto ciò che poteva metterci in grado di trattare una sì importante materia. Perciò non ho risparmiato nè fatiche, nè spese, essendomi più volte recato espressamente nei nostri principali porti di mare sotto gli auspicj del grande Ammiraglio di Francia, dei Ministri della guerra e della marina e del Direttore generale delle fortificazioni. Ho anche percorso i Paesi Bassi Austriaci e l' Olanda onde apprender bene le cose che volevo insegnare. Ma siccome non bastava aver veduto ciò che di più osservabile si era operato, e specialmente ara ne-

cessario sovr' ogni cosa essere istrutto del metodo seguito nell' esecuzione, tante cure sarebbero state forse di debole soccorso se la fortuna che ha sempre la sua buona parte nei successi non mi avesse favorito facendomi incontrare nella relazioni coi nostri più celebri ingegneri ciò che poteva desiderare per adempiere lo scopo mio. Così da ogni parte ammassai inestimabili ricchezze che non si trovano che nelle sorgenti da cui io le ho attinte. Qual perdita sarebbe stata per gli uomini dell' arte ed anche pei curiosi se tanti pezzi preziosi fossero rimasti nell' oblio. È vero che non era un picciolo lavoro il formare un corpo d'opera trattato metodicamente, e che bisogna essere arditi per osare d' intraprenderlo: ma la soverchia timidezza ha dell' indolenza ed è lecito seguire il proprio genio quando si è illuminati come io lo fui da tanti uomini abilissimi di ogni paese, ove la necessità ha suggerito dei mezzi di evitare un male comune o di procurarsi un bene generale, avendo mantenuto una corrispondenza con tutti coloro che mi potevano somministrare qualche lume. Quindi il fondo di questo trattato è il frutto delle meditazioni e della lunga sperienza de' più grandi maestri.

Le difficoltà che d'ordinario s'incontrano quando si vuol edificare nell' acqua, provenendo quasi sempre dalla cattiva qualità del fondo, cui bisogna sovente essiccare, abbiamo cominciato dal dettagliare tutto ciò che doveva concorrere alla costruzione delle opere senza trascurare lo stabilimento delle ture, nè la scelta delle macchine palificatorie la cui maggiore o minor perfezione è di estrema conseguenza per l' economia e la sollecitudine del lavoro. Quelli che non hanno considerato se non superficialmente queste cose, saranno maravigliati nel vedere come sono suscettibili di questa analisi, a la necessità di saperne fare buon uso.

Essendo le chiuse la parte più essenziale dell'Architettura idraulica mi sono indotto a trattarne estesamente nel corso di questo primo volume di cui formano la parte principale. Siccome finora la grandezza delle loro parti è stata puramente arbitraria, noi le abbiamo assoggettate a regole generali simili a quelle stabilite per l'architettura civile; cioè che a somiglianza degli architetti che dividono il semidiametro inferiore della colonna in un certo numero di parti eguali onde determinare i membri di un ordine, noi abbiamo divisa la larghezza delle chiaviche in 12 moduli per fissarne le parti; e prendendo questa base fondamentale abbiamo regolata la dimensione delle loro armature e la forza delle ferramenta e quelle dei pezzi di bronzo che entrano nella loro esecuzione, resa con ciò molto comoda.

È noto che quelli che scrissero con maggior precisione sull' architettura dedussero i loro principj dai più bei monumenti antichi che offrono per esempio; così noi abbiamo stabilito le nostre regole su le più magnifiche chiuse eseguite a Dunkerque, a Mardick, a Calais, a Gravelines, Osten-

da, Bousingue, Cherburgo, Moyden, ecc. e ne faremo conoscere le principali proprietà, in qual modo si fanno agire per curare i porti e favorire il commercio. Le piante, i profili e gli alzati cha vi si riferiscono esprimono così chiaramente tutto ciò che merita di essere ben distinto, che per mezzo delle istruzioni onde sono accompagnati possono esserne eseguite di simili ed anche meglio sotto certi rapporti, mostrando ciò che si è bene o male inteso, ed i termini di precisione che la pratica può toccare. Si è trattato diffusamente su la buona costruzione della muratura, sui migliori sistemi di armatura per le platee e per le porte di ogni specie; su la giusta economia del ferro, sulla sua fattura e su quella delle opere di bronzo; deducendo quanto era possibile dalle regole generali i casi particolari che sono riusciti bene. Il modo di stabilire in alto mare le fondamenta dei forti e le dighe a pietre perdute o con incassature; quello di pervenirvi formando ture ed esaurimenti vi si trova spiegato coi maggiori dettagli: insomma tutto ciò che l'esperienza ed il raziocinio insegnarono di migliore per edificare solidamente nei fiumi, nell'oceano e nel mediterraneo.

Siccome le costruzioni non si possono eseguire solidamente se non seguendo progetti ben intesi, riguardo alla loro destinazione, se ne danno dei modelli relativamente alle chiuse ed alle altre specie di lavori la cui condotta ha bisogno di essere guidata in tutte le circostanze che si riferiscono alla qualità dei materiali ed alla loro mano d'opera. Inoltre vi è aggiunta qualche istruzione sul modo di determinare la misurazione.

Essendo stato Dunkerque la scuola più famosa che abbia esistito in Europa per le costruzioni convenienti alle piazze marittime, per la grande quantità che se ne fecero di ogni specie dopo che la piazza passò in possesso della Francia fino al tempo della sua demolizione, riferiremo tutto ciò che vi fu eseguito di maraviglioso per bonificare il porto e difenderne l'accesso. Tali sono i moli, i forti di legname e di muratura i risban, e le loro ture con le chiuse per dirigere l'acqua delle fosse, la posizione ed il maneggio di quelle destinate a scavare il porto; in una parola tutto ciò che può servire d'esempio ed istruire la posterità su l'antico splendore di questa città di cui riferiamo l'origine e l'incremento in un discorso preliminare onde comincia questo volume, per far conoscere gli avvenimenti che diedero motivo a tutte queste grandi costruzioni e la gradazione per cui passarono prima di giugnere alla loro perfezione. Anche studiando le opere stesse nel tempo della demolizione e seguendo quelle che allora si facevano nel canale di Mardick io formai il progetto dell'opera che pubblico ora, avendo giudicato su me stesso le difficoltà che si debbono trovare nel ben istruirsi.

Non si è pure trascurato nulla di ciò che meriti di essere citato, onde mettere il lettore in istato di ragionare e di estendere le pro-

prie cognizioni; percorreremo i nostri principali porti di mare del Mediterraneo e dell' Oceano per far osservare ciò che vi esiste di degno d'attenzione; ci fermeremo specialmente a Cherburgo ed allo scoglio di Bajona per esaminare i magnifici moli di muratura che si sono fatti da qualche anno. D'altronde Brest, Rochefort e Marsiglia offrono anche degli esempj per la costruzione delle forme destinate ai vascelli ed alle galere. I fari per illuminare l'ingresso di un porto o di un fiume sono parecchj e specialmente la famosa torre di Cordova. Si parla pure delle macchine da scavare ed espurgare i porti e della costruzione dei cantieri e degli scali di legname e di muratura. Il modo di difendere l'accesso delle piazze da guerra formando delle inondazioni quando sono prossime al mare, ai fiumi o canali è una parte della fortificazione che merita di essere trattata a fondo; la costruzione delle chiuse e delle ture richiedendo molta attenzione per far agire le acque in modo da presentare all'inimico tutte le difficoltà che può provare per parte di essa.

Ciò che si pratica in Olanda per facilitare l'efflusso delle acque di un paese acquatico, non mi è già sfuggito; anzi le chiuse, i paraporti ed i scaricatori che si aprono da sè stessi per l'azione dell'acqua dolce quando scola nel tempo di bassa marea, e si chiudono tosto che il mare si rialza, vi sono riferite con tutto ciò che può interessare la conservazione delle dighe. Nè meno ci siamo occupati del modo di asciugare le paludi, di prevenire le cagioni che le producono, di costruire gli stagni, condurre i canali ed i rigagnoli irrigatorj, imitando ciò che si fa di meglio in Italia, in Provenza e nella Svizzera.

Il mezzo di rendere i fiumi navigabili, di contenerli nel loro letto, di impedire che certe correnti non danneggino le terre vicine è una parte troppo interessante perchè la dovessimo trascurare. E siccome alcuni autori italiani hanno scritto eccellenti cose su questo argomento noi abbiamo approfittato delle loro istruzioni. Gl' ingegneri del re in Alsazia avendo un metodo loro proprio di fare i pennelli lungo il Reno per costringere la corrente di questo fiume a seguire la via conveniente ai luoghi che si vogliono conservare, riferiremo ciò che vi si pratica coi maggiori dettagli.

Una buona parte di quest'opera si aggira pure sui canali navigabili; vi si parla di quelli stati eseguiti o soltanto progettati presso tutte le nazioni, tanto antiche che moderne, e quanto si deve osservare per formare progetti di tale importanza onde prendere il più vantaggioso partito. Quante cose vi sono da dire per non moltiplicarne male a proposito le spese, prevenire gl' inconvenienti inseparabili da tali intraprese, fare una esatta stima delle acque di cui si potrà disporre e dell'economia che si deve usare per esse quando si è nel caso di economizzare quelle che si derivano dal punto di divisione, facendo in guisa che con un mezzo semplice,

ma poco conosciuto, non si dispensi per la chiusa se non la metà od il terzo di ciò che si è soliti a perdere.

Noi daremo colla più grande estensione la costruzione di tutte le opere che appartengono a questa materia, come pure alle pubbliche costruzioni, col preventivo che ne facilita l'esecuzione, relativamente alle piante, e profili delle chiuse, bacini, acquedotti, stramazzi e dighe; dando per modello ciò che si eseguì nel famoso canale di Linguadoca ed altrove.

Sarebbe un uscire dai limiti fissati ad una prefazione il voler far menzione generale di tutto ciò che compone quest'opera; se ne avrà una giusta idea percorrendo l'indice di questo volume da cui s'inferirà quanto il secondo debba essergli superiore ancora per la varietà degli oggetti che svolge. Questo metodo di dividere le materie è estremamente proprio a sollevare la memoria e pare che il pubblico lo abbia assaporato. Per cavarne tutto il frutto che se ne può aspettare, esortiamo di leggere gli articoli che si troveranno citati, onde sentire con maggior evidenza le cose di cui debbono facilitare l'intendimento.

Se si considera attentamente lo scopo delle magnifiche costruzioni che riferiamo per modello, e si esaminan poscia quelle descritte nelle storie dei Greci e dei Romani che non si possono leggere senza maraviglia, troverassi che le cose sono presso a poco eguali. Si conosceranno le nostre ancora più grandi perocchè sono prive dei vantaggi dell'antichità che imprime venerazione, giacchè per una specie di malignità si ha compiacenza nell'esagerare le opere del tempo passato per deprimere quelle del nostro secolo.

E siccome coi dettagli soltanto si può istruire veramente, ci siamo diffusi in questi ogniqualvolta divenivano necessarj, e crediamo poter lusingarci che su tale riguardo si sarà contenti. Nondimeno i dettagli soli non bastano e soltanto ragionando sui diversi casi che si presentano si scorge tutta la utilità della teoria e la necessità indispensabile che agisca di concerto con la pratica. V'è una infinità di cose sulle quali per mancanza di principj non si è lavorato finora che a tentone; e se ne troverà un numero d'esempj in quest'opera che a quanto spero faranno impressione su lo spirito di coloro che hanno la condotta dei lavori di cui si tratta. Converranno essi, se sono di buona fede, che le cognizioni dell'architettura idraulica sono più estese che non s'immagina, e che non basta aver lunga pratica delle costruzioni che si eseguiscono nell'acqua per ben conoscerne gli effetti.

Le opere che non sono stimabili che per l'utilità che presentano non essendo suscettibili dei piaceri che può diffondere un'immaginazione brillante, si è tentato di alleviare l'aridità della materia di questa ornandola con gran numero di bei disegni magnificamente incisi la cui precisione contribuisce molto a facilitare l'intelligenza dei soggetti che si dovevan rendere sensibili. Benchè questa parte dell'esecuzione di un libro non sembri ri_

guardar noi che indirettameote, nondimeno ci produsse maggior suggezione e pena del rimanente per la difficoltà di far sì che i nostri incisori ci rendessero le cose nello spirito che dovevano avere, essendomi assunto la fatica di guidarli e di non perderli, per così dire, di vista; il che deve succedere quando si dà loro dei pezzi estranei a quanto sono soliti di fare. In questo e nel resto non si è trascurato nulla per rendere l' opera degna della brama che il pubblico da lungo tempo manifesta sul semplice annunzio datone nel 1727, come seguito alla Scienza degl' Ingegneri, e che nel 1739, comparve sotto il titolo di seconda parte dell'Architettura Idraulica.

Quelli che non conoscono l' algebra e si lamentano d' averne incontrata assai nella prima parte, non faranno lo stesso rimprovero a questa, non avendo avuto la mira di dare a quest' opera un' aria di scienza, essendomene servito solo nei casi in cui non poteva dimostrare altrimenti le regole dedotte da essa. È vero che questa seconda parte è meno suscettibile dell' altra di ricerche astratte essendo quasi tutta fondata nel buon senso e nell'esperienza; il massimo punto era quello di farvi regnare l'ordine e l'eleganza; ed a ciò mi sono specialmeote applicato senza voler sciorinare frequenti squarci di fisica e di matematica che vi avrei potuto seminare senza che quelli per cui scrivo fossero divenuti nè più abili, nè più arditi nell'esecuzione. È saggezza, dice un brillante scrittore moderno, il sapersi regolare sul disegno del proprio edificio e non caricarlo d' ornamenti che guastano quando non sono necessarj.

I soggetti che sembrano i più ingrati cessano di esserlo quando sono trattati con chiarezza e in modo interessante, nè avvene alcuno che non contenga verità che il lettore ha sempre piacer di conoscere quando sono espresse con nobiltà. Lo spirito è naturalmente pieno d' idee confuse che gl' impediscono di vedere il vero delle cose che ha più interesse di ben conoscere, e nulla lo muove coo tanto piacere quanto ad offrirglieoe di luminose; perocchè la prontezza onde le afferra gli fa lo stesso effetto come se le avesse immaginate. Quanti libri che contengono eccellenti precetti, perdono molto per la durezza del loro stile! Noi abbiamo tentato di evitare questo difetto che certamente diffonde l' oscurità. Un' opera non è mai troppo lavorata, e sarà tanto migliore quanto meno lo sembrerà.

Sarebbe un mancare di riconoscenza se lasciassimo ignorare che siamo debitori a Segent, già ingegnere in capo a Dunkerque, dei migliori disegni che diamo di questa piazza da lui studiata profondamente prima della demolizione, come anche delle costruzioni eseguite a Mardick nel 1714. D'allora in poi egli degnossi accordarmi una parte della sua stima e non ha contribuito poco co' suoi soccorsi all' avanzamento di quest' opera. Dobbiamo molto anche a Caux ingegnere in capo a Cherburgo, che ci sussidiò del pari co' suoi lumi come vedrassi nei luoghi ove se ne farà menzione.

Quantunque non abbia trascurata nulla di tutto ciò che poteva rendere compiuta quest'opera, sono ben lungi dal credermi così fortunato che il successo corrisponda allo zelo che la fece intraprendere, ma sarei abbastanza soddisfatto di un lavoro così penoso, se dopo averne tracciata la via valesse egli a impegnare qualcuno a fare di meglio. Unico scopo fu il bene dello stato, e purchè si ottenga non importa da qual parte esso venga: il merito di concorrervi non dovrebbe eccitare nei buoni cittadini che una gelosia d'emulazione; e chi potrebbe essere commosso da quella che avesse un motivo meno puro? È una debolezza il guardare con eccessiva compiacenza i proprj scritti; e n'è un'altra l'esser troppo sensibile al giudizio sfavorevole di coloro che sono mossi unicamente dalla parzialità. Se l'opera è buona il loro mal talento non ne altererà l'opinione vantaggiosa che altri più giusti ne avranno concepito, e se è mediocre la sua sorte non rimarrà lungo tempo equivoca ed il librajo sarà il primo ad accorgersene. Qualunque possa essere l'intenzione di quelli che vorranno esaminare questo libro senza indulgenza, li ringrazierò soltanto della critica giudiziosa che ne vorranno fare sperando che separeranno il buono della cosa dagl' interessi dell'autore ch'egli sacrificherà sempre senza lagnarsi all'amore del vero. E li convincerà della sincerità de' suoi sentimenti comprendendo in un opuscolo separato le correzioni ed i supplementi che crederanno convenire non solo a questa seconda parte ma anche alla prima mentre conosce che ne ha bisogno in parecchi luoghi.

LIBRO PRIMO

NOZIONI PRELIMINARI PER LO STABILIMENTO DE'LAVORI IN ACQUA.



CAPO PRIMO

Cenni su la storia di Dunkerque dalla sua origine fino al 1712 per servire d'introduzione a quest' opera.

Di tutte le piazze marittime che io poteva offrire ad esempio della costruzione delle opere loro attinenti ad esse, non ve n'ha alcuna che come Dunkerque ne riunisca un maggior numero di ogni specie ove si consideri nello splendore in cui si trovava il suo porto prima della demolizione avvenuta nel 1714. Con un solo colpo d'occhio vi si vedeva ciò che altrove non s' incontra se non separatamente; tutto annunciava la magnificenza del grande monarca che ne fece da sè e sugli stessi luoghi l' oggetto essenziale della sua attenzione. Questa piazza situata nella Manica a 51 gradi ed 8 minuti di latitudine ed a 23°, 33' di longitudine era pei vantaggi della sua posizione la più importante che avesse la Francia sull'Oceano; e tutto sembrava concorrere a metterla al di sopra delle altre. Divenuta la più famosa scuola d'Europa per le costruzioni idrauliche, per la gran quantità che se ne fece di ogni specie, gl' ingegneri regi si applicarono a perfezionare ciò che per così dire non era che abbozzato in questo genere: l'arte non fu mai applicata più felicemente a trar partito da tutto quanto la natura offriva di favorevole o a vincere gli ostacoli che s' incontravano per parte del terreno ond' eseguire le opere progettate. Quattro grandi canali navigabili sboccanti nel porto ove si fecero delle chiuse furono impiegati a profondarlo, insieme al canale per renderlo in seguito capace di ricevere i più grossi vascelli. Una fortificazione delle più rispettabili secondata dalle inondazioni che si estendevano a piacere fino alle porte delle vicine città per l'ingegnosa distribuzione delle acque annunciava all' inimico dalla parte di terra, che sarebbe temerario tentare di sormontarle; mentre dalla parte del mare sei grossi forti muniti di moltissime artiglierie sostenuti ed incrociati da quelli della cittadella difendevano oltre una lega l' accesso al porto ed assicuravano la tranquillità agli abitanti impedendo il bombardamento.

Non parlerò del famoso bacino e dei maestosi edificj che furono costrutti nell' interno della piazza per la difesa o per l' uso della marina, nè della bellezza della piazza o della sua opulenza essendo facile giudicarlo da ciò che ancor vi rimane. I Tirj ed i Cartaginesi così vantati nella storia non possedettero come quelli di Dunkerque l' industria commerciale. La loro bravura tante volte così segnalata nelle battaglie di mare non li avea resi che troppo formidabili alle nazioni gelose della loro gloria; i tratti che ne riferirò non sono meno importanti che i motivi che diedero luogo alla costruzione di tutte le opere eseguite in questo porto famoso, e che fanno l' oggetto principale di questo trattato; perciò li ho preceduti da questo compendio di storia onde far meglio sentire la loro proprietà, l' uso maraviglioso che si può fare delle chiuse, e le regole che si debbono seguire nella fortificazione marittima.

1. Ai tempi che Giulio Cesare faceva la guerra nelle Gallie, Dunkerque non era che un casolare composto di capanne di pescatori raccolti dalla comodità del bacino che la natura vi avea formato; allora il paese che circonda questa costa era in parte coperto d' acqua; e non vi erano che alcune colline come quelle di Bergues-Saint-Vinoch, Waten, Saint Omer, e pochissime altre: è pure opinione universalmente ricevuta che vi fosse un braccio di mare che si stendeva molto al di là di Saint Omer. Una prova convincente ne è che scavando il terreno per lavorare alle fortificazioni di questa piazza si trovarono ancore ed avanzi di navi come se ne trovano talora coperti di sabbia lungo le coste.

Queste terre sono poi state essiccate dall' industria degli abitanti volendo estendere di più i confini del territorio; il che si fece scavando un gran numero di canali per facilitare lo scolo delle acque nel tempo delle basse maree; opera che la successione dei secoli perfezionò, poichè non è verosimile che il mare siasi ritirato come alcuni pretendono trovandosi le vive acque di esso un po' più elevate delle pianure di cui parliamo, e che inonderebbero ancora in parecchi luoghi se non fossero ritenute dalle Dune o montagne di sabbia che servono di dighe.

2. Per dare un' idea di queste dune e del modo onde si formano bisogna sapere che lungo questa costa la spiaggia del mare ha un terreno sabbioniccio che al minimo vento s' innalza in turbini di polve che cacciati dal nord al sud, depongono irregolarmente degli strati di sabbia che a lungo andare formano de' monticelli, il che succede al minimo ostacolo che incontrino questi vortici, cagionati di spesso dalle cose che il mare rigetta da lungi; in tal modo se si spargessero rami di frondi ad una certa distanza dalla riva in un terreno presso a poco orizzontale, dopo qualche tempo si innalzerebbero delle creste e monticelli che ingrossando ogni giorno aquisterebbero bastante solidità per impedire al mare di straripare nelle burrasche. È da presumere che i primi abitatori del paese abbiano così praticato per disseccarlo formando tratto tratto dei pertugi da aprirsi quando il mare si ritirava onde scolare le acque, chiudendoli poi, tosto che risaliva, non avendo gli uomini mancato mai di mezzi quando si trattò di accrescere i proprj vantaggi: quindi non è maraviglia che i popoli dei Paesi-Bassi a forza di applicazione abbiano fatto tanti progressi nell' Architettura Idraulica.

3. I Franchi essendosi resi potenti nella Gallia Belgica da cui caccia-

rono i Romani verso l'anno 618, Clotario II vi stabilì dei grandi funzionarj chiamati Forestarj a cui diede molte autorità per esercitare la polizia. Quello di essi che governò per primo la Fiandra fu un certo Buseau che si rese molto celebre, mentre zelanti ministri di Dio instruivano i popoli nelle verità evangeliche, e distruggevano gli avanzi del gentilesimo.

4. S. Eligio vescovo di Nayon, essendo stato nominato legato Apostolico in Francia e nelle Fiandre, visitò le coste del marè e fermatosi al piede delle Dune ove or sorge Dunkerque, fece edificarvi una chiesa, che diede il nome di Dunkerque al luogo ove era piantata, nome che in lingua teutonica o in antico fiammingo composto dei due *Dune*, e *kerque* (chiesa) vuol dire chiesa delle Dune.

Dopo la fondazione di questa chiesa frequentata dai popoli vicini fino alla metà del nono secolo la Fiandra fu sempre governata dai Forestarj; soltanto l'anno 863 Carlo il Calvo l'eresse in contea, e ne fece sovrano Baldovino suo genero, che ne fu il primo conte sotto la protezione ed il vassallaggio della Francia: così gli abitanti di Dunkerque allora in grandissimo numero obbedirono a lui ed a suoi successori.

5. Baldovino III ultimo nipote del primo fece cingere di un buon muro il grosso borgo che si era formato a Dunkerque, il quale allora cominciò ad essere considerato un buon porto favorito dalla foce di molti ruscelli d'acqua dolce che vi si riunivano dalle campagne vicine e che poscia divennero canali magnifici che diedero luogo allo scolo delle acque del paese ed al grande commercio di questa città.

6. Gli abitanti di Dunkerque nati laboriosi si applicarono con successo alla marina, diedero alla loro città un aspetto di splendore, fabbricandovi belli edificj, lavorando a render comodo il porto di modo che nel 1170 era in istato di contenere diversi vascelli da guerra e se ne costrussero pure di eccellenti che misero i suoi abitanti in istato di fare lunghissime corse. Frattanto il loro commercio venne turbato dai pirati che infestavano i mari di Fiandra: la maggior parte erano gentilnomini di Normandia che non lasciavano passare i vascelli di Dunkerque senza attaccarli; ebbero anche l'audacia di arrestar quelli che trasportavano in Fiandra una principessa di Portogallo accordata al principe Filippo di Vermandois, la spogliarono e la trattarono molto indegnamente. Questo conte col progetto di vendicarsi fece fare a Dunkerque un grande armamento che mandò in corsa contro di essi. Questa flotta li attaccò, e li prese e li condusse a Filippo che li mise tutti a morte. La totale disfatta di questi pirati pel valore e lo zelo di quelli di Dunkerque soddisfece talmente al loro sovrano che accordò magnifici privilegi e nulla risparmiò per eccitarne l'emulazione.

7. Sarebbe duopo di una storia speciale per descrivere come Dunkerque cambiò frequentemente padroni, come questa città toccò in divisione a Roberto di Cassel, come passò a Roberto duca di Bar, che la mise nella casa di Saint-Paul da cui passò in quelle di Vendôme e di Borbone e come cadde in potere degli Spagnuoli. Sarebbe anche interessante il conoscere le sue diverse sventure, e come fu saccheggiato e distrutto, e rialzato dalle sue ruine dalla costanza ed industria de' suoi abitanti che diedero i più grandi uomini di mare. Ma sarebbe troppo intraprendere ed

allontanarmi dal mio disegno; perciò passerò sotto silenzio tutti questi avvenimenti per non considerare Dunkerque se non nello stato florido a cui pervenne sotto il regno di Luigi il grande.

8. Nel 1558 il duca di Guisa, generale delle truppe Francesi, avendo ricuperato Calais, posseduto dagl' Inglesi da lungo tempo, e la Francia essendo pure in guerra con la Spagna, il maresciallo di Thermes pose assedio a Dunkerque, ch' egli prese d' assalto dopo pochi giorni a trincea aperta e questa piazza fu saccheggiata e ruinata del tutto. Rientrata poco dopo in possesso degli Spagnuoli, Filippo II commosso della sua sorte, facilitò agli abitanti i mezzi di rialzarsi dal loro disastro; favorita dalla pace che si fece a Chateau-Cambresis, dopo pochi anni fu più bella che mai.

9. I vantaggi considerevoli che le corse procuravano agli abitanti di Dunkerque impegnò alcuni ad armare vascelli che portarono tanto danno agli Olandesi che risolvettero di vendicarsene. Armarono i loro migliori navigli e vennero a bloccare il porto di Dunkerque per impedirne l' ingresso e l'uscita. L' intrepido Damucré di Dunkerque che comandava cinque vascelli comparve alla vista della città con moltissimi altri presi ai nemici, e manovrò così abilmente che malgrado i loro sforzi entrò nel porto con la preda ed uscì qualche tempo dopo per interrompere il loro commercio tornando alla fine della campagna carico di gloria avendo rapito molti vascelli da guerra e un gran numero di mercantili senza che gli Olandesi potessero mai impedirgli l' ingresso nel porto. Quelli che lo bloccavano vedendo l' inutilità di ostinarsi in un disegno che sì male riusciva, caricarono un flibotto di catrame ed altri combustibili; ed entrato nel porto con bandiera amica si pose nel luogo ov' erano più navi; dato fuoco a questo flibotto consumò in un momento sei vascelli che lo circondavano, e molto danneggiò un gran numero di altri.

10. Da questo tempo fino al 1591 i cittadini di Dunkerque non cessarono di far delle prese agli Olandesi e si arricchirono a segno di fortificare a proprie spese la città ed il porto, che ogni dì più considerevoli divenivano per le opere che vi si facevano tanto al di fuori come di dentro, il che diede tant' ombra agli Olandesi che non v' è stratagemma che non ponessero in opera per sorprendere questa piazza: non avendo potuto pervenirvi, e vedendo che quelli di Dunkerque si univano a quelli di Calais per ruinarne affatto il commercio, fu decretato nel Consiglio che si caricassero di pietre ed altre materie atte ad interrare un porto delle grosse gabarre per profondare innanzi a Dunkerque e a Calais. Ma tale determinazione non potè aver luogo per le cure onde queste due piazze se ne guarentirono. Quindi malgrado tutto ciò che i loro nemici poterono intraprendere, i cittadini di Dunkerque non lasciavano di far fortuna alle loro spese il che mise la popolazione d'Olanda in tanta disperazione che i magistrati non poterono a meno per calmare la sedizione di abbandonare al popolo i prigionieri di Dunkerque, dei quali ventinuove fra i principali furono impiccati dalle mani di que' furibondi, senz' altra ragione che quella di soddisfare al loro odio.

11. Nel 1627 uscirono da Dunkerque 30 vascelli da guerra per far vela verso il mare del nord; appena furono in rada fecero una preda di 20 navigli olandesi, uno fra gli altri carico d'ogni specie di mercanzie del valore di 375000 lire.

Gli Olandesi, disperati delle perdite continue che soffrivano, fecero una discesa nei dintorni di Mardick; ma la cavalleria, uscita dalla piazza, li costrinse a salvarsi a nuoto per raggiungere i loro vascelli assai maltrattati dal cannone del forte che dominava la fossa di questo nome. Si calcola che nel corso dell'anno 1630 i corsari di Dunkerque abbiano predato alle Provincie Unite più di 80 vascelli.

12. Questo vigore avea talmente arricchiti gli abitanti che ve n'erano di quelli capaci di armare a tutte loro spese perfino quindici vascelli da guerra. Uno chiamato Vaudevalle ne armò dodici che guidò in Ispagna e li offerse a Filippo III per ottenere l'ordine di S. Giacomo.

13. Nel 1634 si costruì la nuova chiusa di Bergues al posto dell'antica che era ruinata, ed allora si fece una convenzione fra i cittadini di Bergues e di Dunkerque, per fare a comuni spese il canale che comunica dall'una all'altra piazza; l'anno seguente si fece quello che conduce da Dunkerque a Furnes.

14. Nel 1634 Dunkerque era divenuto il porto più famoso che gli Spagnuoli possedessero nelle Fiandre per gli armamenti considerevoli che di continuo vi si facevano, il che attirava molti abitanti. Per alloggiarli si dovette ingrandir la città con novello recinto, e mentre si lavorava alle fortificazioni gli armatori continuavano sempre le loro ostilità nel mare, il che decise centocinquanta dei principali negozianti di Amsterdam a presentare un'istanza agli Stati, colla quale esponevano che se non si reprimeva l'audacia di questi corsari quelli che avessero qualche fortuna se ne appagherebbero, senza avventurarsi ad una perdita certa. Gli stati ordinarono all'ammiraglio Tromp d'incrociare innanzi al porto onde impedire l'uscita ai corsari; ma tutte queste precauzioni furono inutili, i cittadini di Dunkerque operavano con lo stesso successo degli anni precedenti.

15. Gastone duca d'Orleans, dopo aver preso Mardick sul terminare della campagna dell'anno 1646, essendo tornato alla corte, lasciò a Luigi principe di Condé il comando dell'armata delle Fiandre. Questo principe che non trovava soddisfatta la sua gloria, quantunque dopo la partenza del duca d'Orleans avesse in due giorni respinta l'armata nemica e presa la città di Furnes il 6 settembre, non poteva acconsentire a ritirarsi senza aver prima eseguito qualche impresa degna della sua riputazione e della sua fortuna; ma vedendo che gli Spagnuoli non volevano cimentarsi ad una battaglia, la cui perdita poteva trascinar seco quella di tutta la Fiandra, si decise di assediare Dunkerque senza atterrirsi dei tanti ostacoli che doveva superare.

Dopo aver messo Furnes al sicuro dagl'insulti partì il 19 settembre e prese con la sua armata la strada di Dunkerque. Distribuì i suoi quartieri in modo che se i nemici venissero per far levare l'assedio, non potessero nè soccorrer la piazza nè sforzare il campo; ma che all'opposto gli permettessero di cominciare l'impresa col guadagnare una battaglia. All'indomani si cominciò la circonvallazione nel che fu impiegata tutta l'armata, che era composta soltanto di nove mila fanti e cinquemila cavalli.

16. Nell'occasione di far eseguire tutto ciò che il principe credeva utile per raggiungere il suo scopo, egli dimostrò l'estrema superiorità del suo genio per la guerra, e come sapesse ripiegare nei casi difficili. La condotta

ch' egli tenne è degna della maggiore ammirazione, cosicchè questo assedio è il più famoso che Dunkerque abbia provato, in presenza di un'armata nemica che avea tanto interesse di salvare alla Spagna un porto di tanta importanza; esso era allora in uno stato di difesa molto al di sopra di quello che aveva opposto nelle guerre precedenti. Il vecchio recinto era circondato da una nuova fortificazione composta di undici bastioni che rinchiudeva un vasto terreno chiamato la città nuova. Una fossa larga e profonda circondava la piazza, e tutto il fianco, dal canale di Furnes fino alla porta di Nieuport, era anche difeso da tre mezze lune e da una picciola opera a corno situata innanzi a questa porta, il tutto circondato da una buona strada coperta munita di piazze d'armi, perocchè questo fianco è stato sempre il più debole della piazza a cagione del terreno che ne facilitava l'accesso, e del vantaggio che l'assediante poteva prendere dalle dune, mentre gli altri erano paludosi e potevano essere facilmente inondati.

17. La guarnigione di Dunkerque era di 2600 uomini d'infanteria e 300 cavalli con un grandissimo numero d'ufficiali che si erano volontariamente recati nella piazza per distinguersi. Vi erano più di 3000 cittadini ben agguerriti e 2000 marinaj, la cui bravura nei combattimenti di mare facea disprezzare qualunque altro pericolo. La fortezza era allora munita di numerosa artiglieria, e la piazza era provveduta di tutto il necessario per una lunga difesa, il tutto diretto dal marchese di Lede che ne era governatore, ufficiale di grande rinomanza.

Lo stesso giorno in cui furono terminate le linee, il principe, che avea ben riconosciuta la piazza, fece aprire la trincea a due attacchi; il primo che era il vero comandato dai marescialli di Gassion e di Rantzau avea per iscopo l'ultimo bastione che guarda il mare in fronte a Nieuport; il secondo mosse contro un'altra opera a corno situata nel sito ove poscia fu costrutta la cittadella.

18. Io non entrerò ne' particolari di tutte le azioni gloriose che segnalarono quest'assedio; giammai si vide tanta bravura negli assedianti e negli assediati, e ciascun giorno era segnalato da combattimenti luminosi con reciproca emulazione. Il terreno era disputato in guisa, che dopo molto sangue sparso per istabilirsi in un punto erano immediatamente respinti, ed i posti presi e ripresi più volte. E quando finalmente erano giunti a stabilirvisi, gli assedianti erano attoniti vedendo nuovi trinceramenti innalzati con sorprendente rapidità; a questi ne succedevano altri difesi con lo stesso calore.

Erano disposti con tal'arte che quando se n'era preso uno e vi si voleva stabilire, si provava dalle opere interne un fuoco più violento che dalle precedenti.

19 Intanto che si spingevano gli attacchi con molto vigore l'armata degl'inimici si era raccolta presso Nieuport; fino allora i generali Spagnuoli aveano perduto molto tempo in deliberazioni sul partito che si doveva prendere per salvare Dunkerque. Il principe avea saputo approfittare di tale lentezza così felicemente, che quando i nemici furono al punto di mettersi in moto per fare levar l'assedio, seppero dalle loro spie e dai prigionieri Francesi che l'armata assediante era trincerata in modo che sarebbe temerario il voler forzarne le linee. Quindi benchè l'armata Spa-

gnola giugnesse a 12000 uomini, non si credettero forti abbastanza per riuscire in tale intrapresa, in cui soltanto la massa poteva prevalere opprimendo gli assedianti che erano il fiore delle truppe francesi.

20. Frattanto il coraggio della guarnigione si mostrava sempre più a misura che l'assedio progrediva, ed ogni dì opponeva nuovi ostacoli ai progressi degli assedianti nei quali una difesa così ostinata offendeva ed eccitava l'emulazione ed il dispetto, vedendo che talvolta nell'azione di un ora perdevano più che non aveano guadagnato in un giorno.

Il principe li animava con la sua presenza e colle sue liberalità perchè era sua gloria che quest'assedio fosse segnalato da tante gesta famose, e che si sottomettesse con poca gente una piazza capace di arrestare per tutta una campagna un'armata ben più numerosa della sua.

21. Piccolomini e Carassene, che erano sempre rimasti a Nieuport con la loro armata, non potendo sostenere l'onta di vedersi involato Dunkerque sotto i loro occhi tentarono di inviare soccorsi per la parte del mare. Riempirono 30 barche dei migliori soldati comandati da ufficiali di sperimentato valore e capacità; questa flotta, veduta appena dagli assediati li inebbriò di una gioja smoderata, ma che non durò a lungo; perocchè appena i nemici videro che i vascelli olandesi che difendevano l'ingresso del porto venivano a loro condotti dall'ammiraglio Tromp, presero la fuga e si salvarono a Nieuport ove furono perseguitati da un numero di fregate francesi; così quest'impresa non servì che a dimostrare agli assediati quanto poco valutar potessero il soccorso ond'erano lusingati.

22. Mentre succedevano queste cose gli assedianti fecero saltare una mina per aprire l'opera a corno che difendeva l'accesso del bastione dalla parte di Nieuport; questa mina avendo fatto una gran breccia, i Francesi lavoravano a penetrarvi quando gli assediati vennero a scacciarli con tanta furia che non potendo sostenere la violenza dell'urto, furono costretti ad abbandonarla.

Dopo essersi riavuti del loro disordine, irritati dalle grida di allegrezza dei nemici ritornarono di nuovo alla carica per discacciarli alla loro volta; il combattimento ricominciò con un accanimento ed una ostinazione difficili a descrivere. Il fumo enorme del fuoco che si faceva dalle trincere e dalla città congiunto all'orribile tumulto che sorgeva dalla mischia avendo tolto ai combattenti la vista e la conoscenza della vera loro situazione, ciascuno di essi si ritirò alla parte de' suoi credendo che il nemico avesse il vantaggio, e lasciò in mezzo il punto abbandonato. Quest'errore comune e il grande disordine durò quasi due ore. La calma successe, i Francesi furono i primi a riaversi, e tosto rioccuparono la sommità della breccia ove finalmente si stabilirono senz'essere turbati di più.

23. All'indomani forzarono il trinceramento fatto dagli assediati alla gola dell'opera a corno, dopo di che stabilirono una batteria per aprire il bastione di cui si è parlato. Si lavorò pure ad empire la fossa corrispondente alla breccia del corpo di piazza che poco dopo si vide ridotto agli estremi. Allora il principe parlamentò col marchese di Lede che convenne di arrendersi ove non fosse soccorso in tre giorni. Mandò a prevenire Picolomini della sua situazione; ma questo generale vedendosi fuori di stato di nulla intraprendere per salvare Dunkerque, il principe ne en-

trò in possesso dopo 13 giorni di trincea aperta. La guarnigione uscì agli 11 ottobre cogli onori di guerra e andò a Nieuport.

24. Nel 1652 gli Spagnuoli approfittando dei torbidi interni che laceravano la Francia ripresero ciò che avevano perduto nelle precedenti campagne. L'arciduca Leopoldo, che allora governava i Paesi-Bassi, s'impadronì di Furnes, di Bergues, di Bourbourg, di Gravelines; dopo di che venne all'assedio di Dunkerque che fu difeso fino agli estremi dal conte d'Estrade governatore, che vedendosi senza speranza di soccorso cesse la piazza all'arciduca l' 11 settembre.

Conchiusa la pace nel 1653 fra la Spagna e le Provincie Unite, il re cercò l'alleanza degl'Inglesi, il cui trattato fu firmato il 3 dicembre 1655. Tosto Cromvello fece mettere alla vela una flotta di 45 vascelli per impedire il commercio agli Spagnuoli.

25. I cittadini di Dunkerque, animati sempre dalla cupidigia di guadagno, lavoravano con la massima attività a fare degli armamenti contro i Francesi e gli Inglesi; non passava giorno che non conducessero qualche preda il che produceva tanto danno ai negozianti inglesi che supplicarono Cromvello a porvi riparo. Il Protettore, per soddisfarli, fece bloccare il porto di Dunkerque da dodici vascelli, che però non poterono impedire ai corsari di uscire e fare 25 considerevoli prede nel corso del mese di luglio 1656; ma questi vantaggi non furono di lunga durata. In Francia ed in Inghilterra si presero le opportune misure per assediare Dunkerque, scopo principale del trattato. A tale effetto Cromvello sbarcò in Francia sei mila uomini pagati per sei mesi; allora l'armata Francese era comandata dal visconte di Turenna che nella campagna del 1657 avea fatto varie conquiste in Fiandra: ei venne all'assedio di Mardick cui prese e consegnò agl'Inglesi, il che diede tanta gioja a Cromvello che mandò ad offrire altri 10000 uomini.

26. Quando furono disposti tutti questi apparecchi per l'assedio di Dunkerque, nell'aprile del 1658, il visconte di Turenna fece stabilire una linea di controvallazione ed un'altra di circonvallazione che cominciando dalle rive dell'Estran dalla parte di Levante, passavano sopra le Dune e di là attraversavano i canali, circondavano la città mettendo capo all'Estran di ponente con un circuito formante una specie di mezza luna di cui il mare fiancheggiava l'apertura. Siccome bisognava chiudere l'Estran che rimane secco due volte al giorno per sei ore, il che apriva un passaggio ai nemici per Nieuport dalla parte di levante e per Gravelines ad occidente, si fece uno steccato a ciascuna estremità della linea che terminava fino al punto delle più basse maree e si difendeva col cannone e con parecchie barche armate. D'altronde Cromvello, in esecuzione del trattato con la Francia, mandò un'armata navale a bloccare la piazza per mare ond'impedire i soccorsi.

27. Terminate appena le linee ed i ponti sui canali per facilitare le comunicazioni, si aperse la trincea la notte del 4 al 5 di giugno 1658 a due attacchi; l'uno, condotto dai Francesi, avea per iscopo la fronte verso Nieuport, l'altro dagl'Inglesi fu mosso dalla parte opposta ove poscia si fece la cittadella. Ebbero luogo varie sortite ove gli assediati, benchè sempre respinti, spiegarono molto vigore; e siccome la trincea fu assalita con tutto il vigore possibile, dopo 4 o 5 giorni poterono stabilirsi su la strada coperta.

28. Frattanto, siccome il re cattolico non avea piazza la cui conservazione gli fosse più cara di Dunkerque, gli Spagnuoli si misero tosto in cammino per soccorrerla: non poterono credere dapprima che i Francesi osassero fare un'intrapresa di tanta conseguenza prima di essersi insignoriti delle piazze circonvicine; ma vedendo che non ne avevano più a dubitare raccolsero tutte le loro forze ad Ypres per andare ad attaccare il visconte di Turenna. Il 13 giugno la loro armata comparve sotto Dunkerque priva d'artiglieria e di tutto ciò che occorre ad una battaglia; appena aveva essa della polvere bastante all'infanteria.

Malgrado questo stato funesto gli Spagnuoli non lasciarono di accamparsi a due tiri di cannone dalle linee del visconte di Turenna dalla parte di Nieuport, senza fare nessun trinceramento, per cui egli concluse che venissero ad attaccarlo ne' suoi, il che gli fu confermato da un ufficiale nemico fatto prigioniero nel visitare le linee: il visconte apprese da lui molte interessanti particolarità su la loro situazione e tra le altre che i cannoni non arriverebbero che fra due giorni.

29. Questa notizia lo confermò nel disegno ch'egli avea formato di uscire dalle sue linee per prevenire i nemici e dar loro battaglia all'indomane; a questo egli si dispose dopo aver dati tutti gli ordini necessarj per assicurare le trincee.

Intanto i generali spagnuoli, molto lontani dal credere che il visconte potesse prendere una risoluzione così ardita, permisero un foraggio alla sera, il che fece dire al duca di York parlando al marchese di Carassene, che egli temeva assai che il visconte di Turenna venisse ad attaccarli domani, a cui avendo risposto che ciò era quello che bramava; *pazienza*, replicò *il* duca, *conosco il visconte e sarete soddisfatto.*

All'indomani verso le cinque ore il principe di Condè, passato per malcontento al partito della Spagna, essendosi avanzato col duca di York fino alle vedette scoprì l'armata francese che marciava verso di loro. Il principe tornò indietro per avvertire i generali spagnuoli che non vollero creder nulla: offeso della loro indifferenza, il principe chiese in loro presenza al duca di Glocester, se non avesse mai veduto a guadagnare una battaglia; il giovine duca rispose di no: *ebbene*, soggiunse l'altro, *fra una mezz'ora vedrete come ne perderemo una.* Finalmente i generali spagnuoli, non potendo più dubitare della marcia di Turenna si disposero a riceverlo. La loro armata composta di seimila fanti ed ottomila cavalli fu posta in ordine di battaglia: Don Juan comandava la destra ed il principe di Condè la sinistra: la loro infanteria fu disposta sopra una stessa linea che si stendeva dall'Estran fino alle praterie; la cavalleria dell'ala destra era in due linee dietro l'infanteria; quella della sinistra, non avendo potuto essere collocata del pari, il principe di Condè la mise secondo la disposizione del terreno; in quest'ordine gli Spagnuoli attendevano i Francesi. Rimanevano al visconte di Turenna 9000 fanti dopo aver provveduto alla difesa del bagaglio e della trincea e seimila cavalli: la sua infanteria fu disposta in due linee, la prima di 10 battaglioni e di 28 squadroni; quattordici all'ala destra ed altrettanti alla sinistra col cannone alla testa: la seconda linea era di 6 battaglioni e 20 squadroni divisi egualmente alle ali: quattro squadroni di gendarmi sostenevano l'infanteria e 6 squadroni di riserva furono collocati dietro l'armata a sufficiente distanza per soccorrere gli assedianti in caso

di una sortita durante il combattimento. Il marchese di Crequi ebbe il comando dell'ala destra, il marchese di Castelnau quello dell'ala sinistra, ed i marchesi di Gadagne e di Bellefond ebbero il centro. Circa gl'Inglesi comandati dal generale Major, essendo malato il loro generale lord Lockard, furono posti dalla parte del mare; allora le due armate non trovandosi più distanti che un quarto di lega, quella di Francia cominciò dal cannoneggiare il nemico che non si smoveva, rimanendo sempre fermo ne' suoi posti, mentre l'armata francese si avanzava salendo e discendendo diverse dune da cui erano separate, alla cui sommità giunta l'artiglieria, tirava qualche salva, e proseguiva il cammino.

30. Erano le otto del mattino quando l'armata francese raggiunse quella degli Spagnuoli; poco dopo il visconte di Turenna diede il segnale del combattimento con un'aria di tranquillità e di confidenza che pei soldati era un lieto presagio della vittoria. Il primo urto cominciò dagl'Inglesi colla bravura e prodezza loro propria; ma siccome si trovavano in fronte un'alta duna dai nemici occupata, il visconte di Turenna ordinò al general maggiore Morgan d'impadronirsene, il che eseguì malgrado la difficoltà di salire quell'aspro clivo; la resistenza che opposero gli Spagnuoli che respingevano gl'Inglesi a colpi di lancia non faceva che irritarne il coraggio; quelli di dietro sostenevano gli anteriori incrociando i loro moschetti. Guadagnata finalmente la sommità della duna vi piantarono i loro stendardi e vi precipitarono gli Spagnuoli sfuggiti alla morte. Durante questa spedizione, il marchese di Créqui caricò i nemici con la sua ala destra ed il marchese di Castelnau marciò lungo l'Estran per prenderli di fianco coll'ala sinistra.

31. L'infanteria francese si congiunse tosto agl'Inglesi oltre la duna precedente; allora il reggimento di Turenna ruppe due battaglioni spagnuoli che presero la fuga insieme alla cavalleria che dovea sostenerli. In questo momento Castelnau si getta col corpo da lui comandato fra la prima e la seconda linea dei nemici, li assale di fianco e di rovescio, li carica d'ogni parte e li mette nella massima confusione.

Il visconte di Turenna, posto sopra una duna nel centro dell'armata da cui spediva ordini e truppe secondo il bisogno, essendosi accorto che il marchese di Créqui si spingeva troppo innanzi, e che il principe di Condè era per batterlo, volò in di lui soccorso; difatti questo principe, essendosi messo alla testa di un grosso corpo di cavalleria, caricò il marchese di Crequi e ruppe alcuna delle sue file; ma il visconte essendo giunto in questo momento condusse egli stesso alla carica gli squadroni della sua ala destra, fece avanzare diversi battaglioni, inviluppò le truppe del principe di Condè che caddero da tutte le parti o morte o ferite; tutto piega, tutto rovescia: il principe rannoda per ben tre volte i suoi battaglioni sempre rotti; per restituire il coraggio ai suoi soldati, dà loro l'esempio del maggior valore; ma respinti lo abbandonano eccetto i nobili francesi che aveano seguito le sue parti; il suo cavallo uccisogli sotto lo avrebbe messo nel maggior pericolo se uno de' suoi gentiluomini non gli avesse dato il proprio per fuggire. Siccome questa disfatta dell'ala sinistra degli Spagnuoli successe quasi nello stesso tempo di quella della destra, si videro tutti i nemici fuggire da ogni parte non restando loro altra speranza di salute che nella clemenza dei Francesi che gl'inseguirono fino a Furnes ove si rannodarono gli avanzi della loro armata, la cui disfatta fu così intera che

durante il resto della campagna pervennero appena a rammassare 8 o 9 mila uomini.

In quanto al maresciallo di Turenna, a cui è dovuta la gloria di questa battaglia, si ammirerà sempre la modestia di questo illustre generale nella lettera che scrisse a sua moglie: » *I nemici vennero verso di noi, grazie a Dio sono stati battuti; ho faticato alquanto per tutta la giornata; vi do la buona notte e vado a riposarmi.* »

32. Gli assediati, benchè senza speranza di soccorso, si difesero sempre con lo stesso vigore e vi vollero ancora tre giorni per stabilirsi nella controscarpa al cui piede erano prima della battaglia; la città si sostenne ancora per dieci giorni. Frattanto il marchese di Lede, governatore della piazza, uomo di grande merito, essendo stato gravemente ferito, morì dopo qualche giorno, il che molto indebolì il coraggio della guarnigione, che vedendo preso tutto l'esterno, i suoi principali ufficiali si raccolsero per prendere una risoluzione conveniente allo stato in cui si trovavano; la città si arrese il 24 giugno, 18 giorni dopo aver aperta la trincea. Il re giunse da Mardick al quartier generale di Turenna per veder uscire la guarnigione composta di 600 uomini a cavallo e di 1200 fanti condotti da Bassecourt. Questo ufficiale andò ad inchinare S. M. che lo accolse con distinzione ed accompagnò la propria truppa che si portò a S. Omer.

33. Il re entrò in Dunkerque e ne prese possesso; poscia, in esecuzione del trattato, riconsegnò questa piazza agl'Inglesi a condizione che nulla mutassero per la religione e che fossero salvi i privilegi dei cittadini. Così questa città così famosa e soggetta alle mutazioni si vide in meno di un mese soggetta alla dominazione di tre potenze d'Europa. Non è facile esprimere la gioja di Cromvello per la conquista di questa piazza e nel vedersi liberato dalle corse dei Dunkercesi che durante questa guerra aveano predato 250 vascelli britanni.

Di là Turenna andò ad investire Bergues, ch'ei prese in tre giorni; andò a Furnes il cui governatore non gli lasciò fare dei lavori essendosi appagato di tirare due colpi di cannone poscia capitolò. Dixmude, appena seppe avvicinarsi qualche squadrone francese mandò, a supplicare il generale perchè la ricevesse ad onorevole condizione. Durante questo tempo il La Ferté alla testa di 10000 uomini investì Gravelines il 27 luglio e si rese il 28 agosto. L'armata di Turenna marciò ad Oudenarde che prese del pari, disfece il principe di Lignes e con ciò terminò gloriosamente la campagna.

34. La Francia e la Spagna stanche dalla guerra segnarono la pace nel mese di febbrajo; il re restituì agli Spagnuoli nella Fiandra le città di Bergues, Furnes, Dixmude, Ypres, Oudenarde, Merville e Menin; ma gli Stati d'Inghilterra decisero di conservare Dunkerque. A tale effetto misero in buono stato le fortificazioni, e fecero costruire una cittadella nel sito di forte Leone.

35. Mentre si lavorava alle fortificazioni di Dunkerque la Francia cercava l'occasione di strappare questa piazza dalle mani degl'Inglesi; il conte d'Estrades fu incaricato di negoziare quest'importante affare. Messo in deliberazione, il Parlamento d'Inghilterra dopo molte contestazioni si determinò a chiederne dodici milioni che furono ridotti a cinque per la destrezza di quest'abile diplomatico che vi fece comprendere il forte di Mardik e quello

costrutto sul canale di Bergues con l'artiglieria e le munizioni di guerra. In conseguenza nel giorno 29 ottobre tutto fu consegnato al conte d'Estrades giunto il 28 a Dunkerque.

36. Il re fu così rapito da questo nuovo acquisto che si mise in posta il 30 novembre 1662, e giunse a Dunkerque il 2 dicembre; all'indomani S. M. salì a cavallo per visitare le fortificazioni ed il porto. Sulla sera il balivo, il borgomastro, gli scabini andarono a ringraziare il re dei privilegi ed esenzioni loro accordate, oltre ogni loro speranza. S. M. li ricevette con favorevole accoglienza e loro parlò con parole così piene di bontà che non poterono esprimer meglio la loro riconoscenza se non col dichiarare che non si dipartirebbero mai della fedeltà che gli era dovuta. Il re per attestare la soddisfazione dei servigi resi del signor Pietro Faulconnier grande Balivo, nell'acquisto di Dunkerque, gli diede una collana d'oro con una medaglia ov'era il suo ritratto. S. M. pranzò in pubblico e volle che le sue guardie si ritraessero per dimostrare a quelli di Dunkerque che avea tanta confidenza in loro quanta aver ne poteva ne' suoi sudditi più antichi.

37. Durante il soggiorno di S. M. a Dunkerque ella diede i suoi ordini per l'esecuzione dei lavori che sembrarono i più pressanti, e si cominciò dalla cittadella che gl'Inglesi avevano appena abbozzata, e dalla parte del castello verso la porta di Nieuport. Vauban, conscio delle intenzioni del re, che erano di rendere Dunkerque una delle più forti piazze d'Europa, fece il progetto generale per le fortificazioni sì di terra che di mare; ma non potè aver luogo che in seguito pel tempo e le immense spese che importava.

38. In questo tempo Castel Rodrigo governatore dei paesi Bassi fece fare un canale da Bergues a Furnes col progetto d' indebolire il commercio di Dunkerque; gli abitanti di questa città e quelli di Bourbourg vedendo il danno che gli cagionerebbe, si unirono insieme per farne un altro per facilitare le comunicazioni di queste due piazze con Saint-Omer: ma soltanto nel 1670 il re accordò loro le patenti, allorchè venne a Dunkerque per la seconda volta.

39. Il principe Baldassare, fratello della regina, essendo morto nel 1667, il re si vide costretto a rompere la guerra alla Spagna per la successione ad una parte dei Paesi-Bassi che toccava alla regina per tal morte. In quest'anno stesso S. M. prese Bergues e Furnes; poscia Douay, Courtray, Lilla, Oudenarde ed Alost. La seguente campagna non fu meno fortunata, essendosi impadronita la Francia nella Franca Contea di Besanzone, Salins, Dole e Gray. La Spagna, stordita dalla rapidità di tali conquiste, conchiuse la pace alle più vantaggiose condizioni per la Francia.

40. Il re sbarazzato dalle cure della guerra diede ogni premura ad aumentare le fortificazioni di Dunkerque, riordinò un arsenale capace di tutto ciò che occorre all' armamento dei vascelli da guerra; e poco dopo visitando le nuove conquiste fatte nelle Fiandre risolvette di andare a Dunkerque, ove giunse il 29 maggio 1670 per ordinare e visitare le opere sospese.

L'anno seguente, nel 1671, il re tornò a Dunkerque il 3 maggio e vi rimase fino al 27 per spingere in persona a compimento tutte le grandi costruzioni che non si erano che tracciate nell' anno precedente. Per venirne più presto a capo, trentamila uomini erano accampati sotto la città e lavoravano alternativamente in quest' ordine.

41. A quattr' ore del mattino si tirava un colpo di cannone; a questo

segnale 10000 uomini prendevano le armi e marciavano in ordine di battaglia fino ad un luogo vicino al lavoro in cui posavano le loro armi per prendere gli stromenti. A nove ore un altro colpo di cannone faceva abbandonare il lavoro per andare a ripigliare le armi e ritornare al campo; 10000 altri ritornavano nello stesso ordine e si ritiravano ad un terzo colpo di cannone verso le quattro dopo mezzodì; gli altri 10000 lavoravano fino alle 8 della sera; quindi questi 30000 uomini, eccitati dai loro ufficiali ed animati dalla presenza del re, che saliva a cavallo regolarmente due volte al giorno, lavoravano con tanta diligenza che non puossi concepire quanto lavoro facessero nell' estate.

42. Nel 1677 S. M. si restituì di nuovo a Dunkerque il 27 aprile per visitarvi tutte le costruzioni di cui abbiamo parlato, e che allora erano terminate, ed ordinarne di nuove, onde rendere questa piazza così rispettabile dalla parte del mare come lo era divenuta dalla parte di terra. Vauban espose i progetti da lui meditati, la cui esecuzione fu decretata dal re. Quindi si cominciò a fare il canale, lavorando alle dighe. Per difenderne le teste si costruì il forte Verde e quello di Buona-Speranza e s' innalzò pure il famoso ridotto da una parte ed il Castello dall' altra, per impedire quanto potevano intraprendere gl' inimici contro il riposo di Dunkerque. Tutte queste grandi costruzioni furono terminate nell' anno 1683 dopo di che lavorarono 1685 operaj a rivestire in murazione il perimetro del bacino per formarvi le rive; nello stesso tempo al suo ingresso si costruì una chiusa larga 42 piedi fra le sue spalle onde tenere a galla i vascelli. E nel 1689 volendo assicurare sempre più Dunkerque dalla parte del mare ordinò la costruzione del forte rovescio e le altre opere per la costruzione del porto che si profondava successivamente sempre più per l' azione delle chiaviche corrispondenti ai canali di Bergues e della Mocre. Queste chiaviche furono perfezionate dalle cure di Clement, ingegnere in capo della piazza, il quale per un' applicazione continua alle costruzioni di Dunkerque unita ad una capacità superiore si era reso il più abile di quanti ve ne fossero allora in ciò che spetta all' Architettura Idraulica.

43. Il maresciallo di Lussemburgo avendo guadagnato la famosa battaglia di Fleurus, il 29 giugno 1690, e la flotta comandata dal Conte di Tourville, avendo battuto e messa in rotta quella degl' Inglesi e degli Olandesi su la costa d' Inghilterra, i cittadini di Dunkerque fecero brillare più di ogni altra città delle Fiandre la gioja che loro cagionarono questi fausti successi. Giovanni Bart fatto capitano di vascello l' anno precedente in ricompensa delle belle azioni sue, volendo anche segnalare il proprio zelo, uscì dal porto di Dunkerque onde inquietare la pesca degli Olandesi ch' egli distrusse; poscia prese due vascelli carichi di truppe e fece di più di 340 mila scudi di preda.

44. Gl' Inglesi, colpiti da tutte queste perdite, mandarono una squadra considerevole ad incrociare innanzi a Dunkerque per imporre ai vascelli che erano presso ad uscire ed attendere l' arrivo di Bart; ma tutte le loro precauzioni furono inutili. I vascelli che erano nella rada uscirono al primo vento favorevole; poco dopo Bart tornò con gran numero di prede ed entrò trionfante nel porto alla vista de' suoi nemici.

45. Alcuni anni dopo la carestia del grano essendo divenuta eccessiva in Francia, il re ne fece acquistare nel nord ed ordinò a Bart di andare

a cercare i bastimenti che lo trasportavano. Uscì da Dunkerque con la sua squadra composta di 6 vascelli da guerra. Ma l'impazienza avendo fatto partire dalla Svezia la flotta composta di 100 vele più presto che non avrebbe dovuto sotto la scorta di tre vascelli svedesi soltanto, essa fu incontrata presso il Texel del contrammiraglio de Frize, che comandava una squadra di otto vascelli da guerra e se ne impadronì tosto. All'indomani Bart scoprì questa flotta e fu disperato di vederla nelle mani degli Olandesi; risolvette immediatamente di combatterli, benchè fosse inferiore di numero e di artiglierie. Dati appena gli ordini opportuni, attaccò il vascello del contrammiraglio di 58 cannoni e se ne impadronì in meno di mezz'ora; il restante della squadra fece la stessa manovra e prese altri due vascelli di 50 cannoni, e i cinque altri vascelli olandesi fuggirono a gonfie vele per evitare l'arrembaggio; dopo di che Bart ricondusse la flotta francese a Dunkerque coi tre vascelli olandesi da guerra. Tante gesta famose e servigi così importanti impegnarono il re a dargli delle patenti di nobiltà.

46. Era gran tempo che gl'Inglesi, sdegnati di vedere un sì gran numero di navi rapite dagli armatori di Dunkerque, cercavano di vendicarsi. A tale effetto vennero il 20 settembre 1694 ad appostarsi nella fossa di Mardick con più di sessanta bastimenti, vascelli da guerra, fregate, bombardiere, barche infernali e bastimenti carichi di truppe. L'ammiraglio inglese fece dar fondo nella rada: ma le scialuppe e le fregate che inviò furono così maltrattate dal cannone della cittadella, del ridotto e di due fregate che erano alla testa delle dighe che furono costrette a ritirarsi.

Il 22 l'Ammiraglio inglese volle tentare di mettere il fuoco ai forti che sostenevano le dighe, e promise una ricompensa considerevole al capitano dei brulotti se vi poteva riuscire. Per tale spedizione trentasei fregate, bombardiere e barche infernali si collocarono nella rada in fronte al porto. Verso le ore cinque staccarono una di queste barche nella speranza di minare il forte verde; ma un colpo di cannone partito da questo stesso forte vi mise fuoco prima che fosse giunto al punto ove arrivare doveva senza che producesse verun danno. Un momento dopo ne staccavano un altro verso il forte di Buona-Speranza, ma ebbe la stessa sorte del primo. Il 24 i nemici si presentarono innanzi alla città restandovi tutto il 26 e perdendo ogni speranza di riuscita andarono a bombardar Calais.

47. Gl'Inglesi e gli Olandesi, inconsolabili di non poter arrestare l'impeto delle scorrerie dei Duncherchesi, risolsero una seconda volta di tentare di rovinarne il porto e fecero perciò dei preparativi così considerevoli che credettero venirne a capo. Il 4 agosto si vide comparire una flotta di 80 vele che s'introdusse nella fossa del vecchio Mardick. Il giorno 5 fu rinforzata da 4 vascelli olandesi a cui si aggiunsero più di 30 navi minori, la maggior parte bombardiere, ed il giorno 8 la flotta si trovò composta di 114 vele.

Il giorno 11 i nemici dopo aver fatti dei movimenti entrarono in rada verso le 7 ore del mattino. Poco dopo le bombardiere cominciarono a tirare e da ogni parte si staccarono brulotti per distruggere i forti delle dighe. Ma Giovanni Bart e Saint-Claire, che erano in questi forti, ne adoprarono l'artiglieria con tanta efficacia che questi brulotti fallirono ad una grande distanza; e benchè le bombardiere dalle otto del mattino fino a 3 ore dopo mezzodì avessero tirato sui forti più di 1200 bombe, soltanto

qualcuna cadde nel ridotto ove fu solamente ucciso Bardas capitano nel reggimento d'Humieres. Finalmente i nemici vedendo il poco frutto che traevano da questo vano tentativo, presero il partito di ritirarsi verso le sei della sera.

48. In quel tempo la Corte ordinò a Bart di andare ad incrociare nel Nord; egli uscì dalla rada di Dunkerque nella notte del 12 maggio 1695, colla miccia alla mano essendo costretto ad attraversare 22 navi inglesi che erano fuori dei banchi per chiudergli il passo. Dopo qualche tempo di crociera incontrò una flotta olandese di 106 navi scortate da 5 vascelli da guerra; attaccò tosto la scorta che prese all'arrembaggio dopo mediocre resistenza. Alcuni armatori di Dunkerque presero quarantacinque grosse navi e saccheggiarono le altre. Bart fece una spedizione tanto ardita in faccia a 13 grossi vascelli da guerra i quali erano a sole 3 leghe quando cominciò il combattimento e a due tiri di cannone quando finì; il che lo costrinse ad incendiare 4 dei presi vascelli di guerra per guadagnare il vento di questa squadra.

49. In quel tempo si fece la pace generale che non fu di lunga durata; perocchè la morte del re di Spagna succeduta nel 1700, avendo chiamato il duca d'Angiò alla successione de' suoi stati e regni, questo avvenimento mise in moto le potenze nemiche della Francia per opporsi al di lui ingrandimento: quindi da ogni parte si dispose la guerra che scoppiò nel 1701. E siccome era fuori di dubbio che Dunkerque non divenisse più che mai l'oggetto della gelosia degl'Inglesi e degli Olandesi, il re fece costruire un nuovo ridotto che si chiamò il forte Bianco situato a trecento tese della città onde salvare questa piazza dal bombardamento verso il cammino di Nieuport e per pigliare alle spalle l'accesso delle fronti dalla stessa parte fra l'opera a corno ed il mare, questa parte di Dunkerque essendo la più attaccabile come abbiamo detto altrove. D'altronde il re avendo inviato degli ordini nei porti di Francia di armare i vascelli da guerra, si lavorò tosto a Dunkerque per mettere all'ordine le squadre di cui avea da prendere il comando Bart, al quale S. M. avea inviato un bellissimo vascello di 70 pezzi di cannone. Questo celebre ufficiale entusiasmato dal poter montare questo vascello lo fece equipaggiare con tanta attività ch' egli fu attaccato da una pleurite di cui morì il 27 aprile dall'età di cinquantadue anni, pianto universalmente e massime dal re che ne conosceva tutto il merito.

Questo famoso uomo di mare, che fece tanto grido nell'Oceano, era di Dunkerque; suo padre, marinajo anch' egli, gli fece apprendere lo stesso mestiere, e fino dalla prima gioventù egli fu in Olanda ove navigò lungo tempo. Ma il re, avendo dichiarata la guerra a questa repubblica, il giovane Bart non volendo servire contro il suo principe e la patria, tornò a Dunkerque ove corsaleggiò con tanta bravura che fu fatto luogotenente di fregata e qualche tempo dopo capitano. La fama delle sue belle azioni avendo attratto l'attenzione del re, lo fece tenente di vascello nel 1678, capitano nel 1689, gli diede patente di nobiltà nel 1694 e lo fece capo della squadra del Nord nel 1697. Avea molta capacità e spirito chiaro e forte; un valore sempre eguale; egli era sobrio, vigilante, attivo, intrepido e tanto pronto a prendere il suo partito quanto in pari tempo era freddo a dar gli ordini nella battaglia ove si vide sempre con quella presenza di spirito che è tanto necessaria in simili casi. Modesto fino all'indifferenza, sdegnoso di

lodi quanto più le meritava, e dando con ciò le prove di un carattere eroico, unì ad una perfetta conoscenza dell'arte propria un modo così singolare di acquistarne di più che non dovette che al merito reale ed al valore il proprio innalzamento, qualità che in Francia assicurano la fortuna

50. Benchè la morte di Bart dovesse sembrare agli inimici una perdita irreparabile per la Francia e che dovesse promettere maggior tranquillità sull'Oceano, non tardarono ad accorgersi che restavano ancora degli ufficiali di marina altrettanto formidabili. Nel 1703 Saint-Paul capitano di vascello, essendo partito da Dunkerque il 22 giugno con quattro navi, bruciò interamente la flotta olandese nell'isola d'Ittand, mentre Bart figlio battendo le orme dell'illustre suo padre, abbruciò quaranta vascelli che si erano allineati presso terra; il che egli fece sotto il fuoco della moschetteria delle ciurme appiattate dietro gli scogli.

51. I cittadini di Dunkerque facevano ogni dì delle prese ai nemici e la loro prosperità sembrava senza limiti quando la gioja che eccitava in Dunkerque fu turbata nel 1706 dalla disfatta dell'armata del re alla battaglia di Ramillie e dal disastro che la seguì. Siccome allora si pareva più occupati della difensiva che dei progetti di conquista, Vauban fece eseguire innanzi a Dunkerque il campo trincerato di cui avea formato il progetto da lungo tempo, per rendere questa piazza inaccessibile ai nemici.

52. Intanto che si lavorava a perfezionare questo trinceramento, il cavaliere di Forbin che avea guerreggiato con Bart venne a Dunkerque per comandare una squadra di 8 vascelli, con cui partì dalla rada il 2 giugno. Il 6 giugno prese 6 vascelli caricati riccamente; il sette ne prese un altro in cui erano 10 casse piene di denaro. Il 2 ottobre alla punta del giorno, scoperse una flotta di 60 vascelli e dieci navi da guerra che li scortavano; avendoli attaccati ne prese tre dapprima e poscia attaccò l'ammiraglio che dopo un ostinato combattimento disperando della sua salvezza si abbruciò. Dopo questa spedizione Forbin ritornò a Dunkerque d'onde partì il 21 maggio 1707 colla squadra stessa, piegò verso il Nord e prese 30 vascelli inglesi; di là si portò a Brest d'onde partì il 19 ottobre con la sua squadra di 6 vascelli, a cui si aggiunse un egual numero di quella comandata da Guay. Il 21 si scoperse una flotta inglese di 130 vele che navigava per Lisbona, scortata da 5 vascelli da guerra, la cui capitana aveva 86 pezzi di cannone, un secondo vascello di egual numero, un terzo di 76 e gli altri due di 56. Questi vascelli furono attaccati vigorosamente e si difesero con pari valore; ma dopo un combattimento ostinato tre ne furono presi e ad un quarto che era caricato di truppe pel re di Portogallo fu messo il fuoco: più di 500 persone si precipitarono in mare per salvarsi dall'incendio e si tentò invano di soccorrerle; esso fu interamente consunto e questo accidente produsse la perdita di più di mille persone.

Dopo un'azione così gloriosa Forbin entrò il 17 nella rada di Brest con la sua squadra ed una grande quantità di vascelli mercantili e di là andò a disarmare a Dunkerque.

53. Nel principio del 1708 il re ordinò di armare una squadra di 8 vascelli col progetto di passare il principe di Galles in Iscozia. L'Inghilterra istrutta di quest'armamento ne inviò una di 17 vascelli da guerra che raggiunse quella di Francia ad alcune leghe da Edimburgo; ma ad onta della superiorità enorme degl'inimici e gli sforzi che fecero per impadronirsi

della persona del principe, la prudenza e l'abilità di Forbin, lo salvò da un sì evidente pericolo e lo condusse felicemente in Francia; un solo vascello francese fu costretto a cedere alla forza dopo un combattimento di 12 ore contro otto vascelli nemici.

54. Dall'anno 1709 al 1712 vi furono molte trattative di pace a cui gli alleati non si prestavano che a condizioni che non potevano essere ascoltate dalla Francia, prevalendosi i nemici di una serie di vantaggi che non ebbero mai su di essa. Ma la providenza vi serbava dei limiti che la prudenza umana non poteva prevedere. Fra gli alleati gl' Inglesi sembravano i più proclivi ad accomodarsi; ma la demolizione delle fortificazioni di Dunkerque tanto dalla parte del mare come di terra, e l'interramento del suo porto ne dovevano essere la funesta condizione. Prima di parlare di questo atroce avvenimento ecco una descrizione di questa famosa piazza nello stato in cui si trovava allora, piazza veramente degna dell' ammirazione della posterità.

CAPO SECONDO

CHE COMPRENDE UNA DESCRIZIONE DELLA CITTÀ DI DUNKERQUE NELLO STATO IN CUI ERA PRIMA DELLA DEMOLIZIONE CON UN CENNO SU LA DIFESA DI CUI POTEVA ESSERE CAPACE.

55. Giugnendo a Dunkerque per mare (vedasi la tavola II) si scoprivano dapprima alla testa delle dighe i castelli Verde e di Buona-Speranza, il primo all'est ed il secondo all'ovest; essi erano di legname, innalzati su palafitte e lavorati con una solidità ed un artificio ammirabile; ciascheduno poteva contenere trenta pezzi di cannone: le sue batterie sporgenti più di 1000 tese nel mare avevano per iscopo d'impedire il bombardamento della piazza, come è avvenuto nel 1695 per l'estrema distanza a cui erano costrette le bombardiere.

56. Entrando nel canale rinchiuso da queste dighe distanti una dall'altra circa cinquanta tese s'incontrava all'ovest il famoso forte chiamato il ridotto che non si poteva vedere senza maravigliare; esso era costrutto di murazione; comprendeva belle caserme, una vasta cisterna, magazzini per le munizioni da guerra e da bocca e le altre comodità per una guarnigione; vi si comunicava per la città percorrendo la diga che corrispondeva fino al ponte di legno che ne facilitava l'ingresso; vi si potevano mettere in batteria fino a 46 pezzi di cannone disposti su tre linee diverse a cagione della sua forma triangolare onde il suo fuoco si poteva dirigere da ogni parte come hanno provato i nemici ogni qualvolta vollero fare qualche tentativo in vicinanza di esso.

57. Dall'altra parte, all'est, era il forte Bianco detto il piccolo ridotto perchè aveva le stesse proprietà del precedente; era esso pure di murazione ed aveva il vantaggio per la sua posizione non solo di allontanare il bombardamento ma anche di difendere dalla parte di terra l'accesso alla fronte della piazza corrispondente alla spianata di Nieuport e perciò di battere tutto ciò che fosse comparso sulla spiaggia. Il suo parapetto conteneva 24 pezzi di cannone.

58. Avvicinandosi al porto si trova ancora dalla stessa parte il forte o Castello costrutto di legname e corrispondente alla diga orientale a cui comunicava con un picciolo ponte; questo castello di forma rettangolare poteva contenere 12 pezzi di cannone una parte de' quali difendeva l'accesso alla diga adjacente, l'altro incrociava il fuoco della gola del forte Bianco; il che rendeva questa parte inaccessibile al nemico.

59. Dall'altro lato del canale, quasi in faccia al castello precedente, era un altro forte di murazione chiamato la batteria roveseia perchè questo forte era disposto in modo che la sua artiglieria che poteva giugnere a 16 pezzi di cannone prendeva di rovescio il grande ridotto, la spiaoata della eittadella e l'ingresso del porto.

Se al fuoco di tutti questi forti si aggiugne quello che poteva partire dalla numerosa artiglieria sparsa sul parapetto della cittadella e sul cavaliere del bastione 35, si cunverrà che nessun porto fu mai difeso meglio, e che non vi è punto in Europa il eui accesso fosse più formidabile e in cui si annunziasse eon maggior maestà la potenza del sovrano.

60. Le dighe erano di un'estensione a cui non giunse mai un'opera di questa specie avendo quasi 1000 tese di lunghezza, tutte di legname a eassoni pieni di grosse pietre ed innalzate con spese prodigiose seeondo le regole migliori della meccaoiea.

Ciò ehe ho detto non è che un debole abbozzo di tutte le magoifiche costruzioni ond'era arricchito questo porto famoso e si troveranno sviluppate fino ai più piccioli dettagli nel quarto volume di quest'opera. Siecome snppongo di scrivere per coloro che hanno una leggera conoscenza delle fortificazioni marittime nell'intenzione d'inspirar loro delle vedute relative a questo genere di difesa, non ho trascurato nulla per istruirli a fondo su le materie che riferisco. Non si può negare ehe non sia un grande vantaggio avere la mente preparata alla natura del lavoro che si deve progettare: altrimenti si vaga nell'ineertezza delle idee che si debbono seguire, peroechè non si è guidati da nessun esempio che possa determinare la scelta migliore che si può fare per riuscire in opere di tanta importanza.

61. Una delle bellezze del porto di Dunkerque era il baeino capace di una squadra di 40 vascelli sempre galleggianti anehe nel tempo di bassa marea, a cagione della ehiusa 48 ehe era al suo ingresso, la eui larghezza di 42 piedi la rendeva atta al passaggio dei vaseelli di primo rango. Questa chiusa di eui Vauban diede il progetto fu terminata nel 1686, era una delle più belle de' suoi tempi, lavorata con tutta la pussibile diligenza come additeremo quando se ne tratterà.

Il bacino era rivestito tutto all'intorno di buona murazione e per l'uso dello marina si alzavano ne' suoi dintorni una quantità di bei fabbricati che tuttavia esistono essendosi ben conservati: tali sono la eorderia, il magazzino generale, il magazzino partieolare dei vascelli del re, l'arsenale degli alberi, le fueine e botteghe degli operaj di ogni speeie, gli alloggi dei commissarj ed ufficiali del porto ed un gran numero di altri edifici rinchiusi nell'arsenale della marina ove si era progettata una forma marcata 42 per la costruzione dei vascelli; indipendentemente da varj bei cantieri esistenti per uso della marioa reale e della mereantile.

62. La darsena non meritava minore osservazione dai eonoscitori per la manovra delle chiaviche che servivano ad espurgarla e approfondarla. La più considerevole era quella che corrispondeva all'imboccatura del eanale di Bergues (46) in fondo al porto; essa aveva 26 piedi di larghezza eon due paja di porte che si puntellano reciproeamente le une servendo a sostenere le acque del canale nel tempo di bassa marea, e le altre quelle dell'alta marea secondo la neeessità, di modo ehe i battelli potevano passare dal eanale nel porto e viceversa nei tempi a ciò adatti.

Le porte verso terra di questa chiusa ne contenevano altre giranti di cui si faceva un uso maraviglioso quando il mare era basso ed il porto a secco per liberare tutt' ad un tratto le acque del canale che poteva servire di serbatojo a quelle del mare: allora l' impeto del loro corso le faceva agire con tanta violenza che scavavano non solo il porto ma anche il canale e trasportavano le sabbie del fondo per l'estensione di più di 1600 tese che vi era dalla chiusa alla punta delle dighe, con un artificio così semplice ed ingegnoso. Questa chiusa, la cui manutenzione era a carico della città, serviva pure a facilitare con molte altre l'efflusso delle acque del paese e ad inondarlo in caso di bisogno.

63. All'imboccatura del canale della Moere che corrispondeva anch'essa al fondo della darsena era un' altra chiavica (45) che adempiva allo stesso ufficio della precedente, ma con artificio diverso; di modo che quando queste due chiaviche venivano ad agire insieme o alternativamente, facevano un lavoro prodigioso che non si sarebbe potuto eseguire in molto tempo con una quantità infinita di uomini, per la difficoltà del trasporto delle materie di scavo di cui non si avrebbe saputo che fare, mentre la sabbia stemperata nell' acqua era naturalmente trasportata al mare senza depositarsi per via.

64. Per aumentare anche questo artificio si era formato il disegno di fare una chiusa nel punto 47 le cui acque fossero tratte dal canale di Bourbourg, e che avrebbe servito come i precedenti di serbatojo alle acque del mare per farne uso a dovere. Questa chiusa che si sarebbe costrutta senza dubbio come quella di Bergues avrebbe prodotto un effetto maraviglioso perchè più delle altre si sarebbe trovata nella direzione del porto.

65. Per iscavare meglio il canale coll' azione di un'acqua la cui velocità non soffrisse tanta alterazione come quella che percorre il porto, vi era una terza chiusa ancora (44) sul canale di Furnes situata in città, che pure cacciava le sabbie che si volevano rimovere.

66. Per giudicare del maraviglioso effetto delle chiaviche precedenti circa il prolungamento delle dighe, basterà dire che dal 1701 fino al 1710 si è osservato che scavarono di 15 piedi il porto e il canale: non vi era a dubitare che agendo ancora per qualche anno, il porto sarebbe divenuto capace di ricevere i vascelli di primo rango con tutto il loro carico, mentre si era ancora nella necessità di scaricar parte del loro equipaggio appena erano giunti in rada, il che offriva molti inconvenienti; perocchè nel 1712 le opere di Dunkerque sarebbero state al punto che dovevano essere portate se questa piazza avesse continuato a ricevere nuovi vantaggi.

Per comunicare dalla città al quartiere del bacino e passare alla cittadella, vi era un ponte di legno (30) carreggiabile, la cui manutenzione era a carico della città fino nel 1663, che il re mise a carico delle fortificazioni, avendola anche liberata da ogni imposta per attestare agli abitanti la sua benevolenza.

67. La cittadella era una specie di pentagono irregolare situato all'ovest fra il bacino ed il canale: sembra che la sua forma bizzarra provenga dall' aver voluto gl' Inglesi quando la cominciarono nel 1659 mettere a profitto la testa del forte Leone che era un' opera a corno di cui si è chiusa la gola per formare la faccia che guarda la città; almeno è questa l'opinione che si può dedurre dall'esame di Dunkerque, nel modo in cui era

in quel tempo questa piazza. Altrimenti potendo disegnare di nuovo avrebbero dato maggiore capacità a questa cittadella ed una disposizione più regolare. Comunque sia la cosa, appena appartenne alla Francia si fortificò di nuovo aggiugnendo alla faccia che guarda la spiaggia, nuove opere esterne (13, 4), perchè era la faccia più debole, e dopo divenne la più forte. Nondimeno questa cittadella aveva sufficiente capacità pei magazzini de' viveri e dell' artiglieria; padiglioni, corpi di caserme ed altri edificj necessarj alla guarnigione.

68. Il recinto della città era fiancheggiato da dieci grandi bastioni, e le cortine coperte da altrettante mezzelune, con lunghe e profonde fosse circondate dalla parte di Nieuport da una doppia strada coperta e separata l'una dall'altra da una controfossa. Essa aveva inoltre da questa parte una grande opera a corno (52, 54) le cui braccia erano sostenute da due lunette (57, 60). Non parlo degli altri pezzi staccati alla lontana il cui effetto corrisponde tanto saggiamente alla vista di una buona difesa; un esame ponderato della pianta di questa piazza ne farà meglio conoscere il valore, di quanto noi potremmo dirne. Aggiugnerò soltanto che tutte le opere erano rivestite di murazione e conservate nel miglior modo.

69. Siccome è necessario parlare dell' uso eccellente che si poteva fare delle picciole chiaviche praticate in mezzo alle ture di murazione situate nelle fosse della piazza per dirigerne le acque, e nettarle o servire alla difesa, spiegherò l'essenziale da cui si giudicherà l' aggiustatezza e l'ingegno che presiedette alla costruzione delle opere di Dunkerque.

. Le dighe (110, 111, 112) tav.ª II.ª servivano a sostenere le acque del canale di Furnes al loro ingresso in città per separarle da quelle della fossa. Ve ne era un' altra (109) nell' angolo del bastione 35 che colla prima (110) produceva un buonissimo effetto. Quando il mare era basso, si teneva chiusa la chiavica 110 e si apriva l'altra 109 per lasciare scolare l'acqua delle fosse che era nell'intervallo delle due dighe; dopo di che si chiudeva l'inferiore per impedire l'ingresso alla marea saliente, e si lasciava asciutto il fossato quanto si voleva per la riparazione delle opere.

70. Siccome questo fossato pieno poteva contenere una quantità immensa di acqua, o si derivasse dal mare o dal canale di Furnes, si aveva il vantaggio nel tempo che era bassa di aprire istantaneamente la chiusa 109 che era a porta girante e di sfugare le acque per profondare il canale. E siccome a misura che le acque scolavano si potevano rimpiazzare con quella del canale di Furnes capace di essere riempito ad ogni marea, questa manovra poteva ripetersi quando si voleva; ma non vi si pensò che qualche anno prima della demolizione, mentre la diga (109) non fu fatta che nel 1710.

71. Qui s'incontrava un vantaggio singolare che poteva rendere inesauribili le acque della fossa di cui parliamo senza riceverne immediatamente dal mare, perocchè quivi si potevano ricapitare tutte quelle del territorio. Primieramente il canale di Bourbonrg comunicava con quello di Bergues per la congiunzione che è lungo il viale. Questo secondo con quello della Moere per la contrafossa che era fra tutti e due; e quest' ultimo canale comunicava con quello di Furnes per la fossa della mezzaluna 23; in guisa che l'acqua poteva successivamente rientrare da uno di questi canali nell' altro aprendo le chiaviche delle dighe che loro corrisponde-

vano, e chiudendo quelle di Bergues, della Moere e di Furnes, per non aprire nell' alta marca se non quelle che si sarebbero credute a proposito onde farla passare nel canale che era esaurito. Vedesi quindi che nel tempo di bassa marea potevasi far passare un torrente d' acqua nel fossato della piazza, il che avrebbe in caso d' assedio resa moralmente impossibile la costruzione dei ponti per salire le brecce, le cui ruine sarebbero state disperse ed in parte trasportate dal mare. Lascio giudicare quanto costi il prendere una piazza che ha simili mezzi, quando è difesa da un uomo abile che non manca di nulla e che non teme di essere preso d' assalto, come faremo vedere parlando della difesa di cui poteva essere capace Dunkerque.

72. Non vi è nulla di particolare da dire sulle dighe (111, 112, 113, 114, 115, 116, 117) che servivano a separar l' acqua dei canali da quella delle fosse, che divenivano inesauribili potendo riceverne da ogni parte, e due volte dal mare in 24 ore, senza che il nemico vi potesse recare ostacolo, perchè le grandi chiuse trovandosi entro la città erano sicure da ogni insulto. Si osserverà soltanto che la tura (118) avea pure una chiusa mediante la quale si poteva far circolare l' acqua nelle fosse dall' altra parte della piazza, derivandola dal canale di Bourbourg e per conseguenza da tutti gli altri canali per farla passare dopo il bastione 20 fino a quello 4 di fianco della cittadella, ov' era un' ultima diga (120) per la cui chiavica l' acqua tirata in su poteva scolare o farvi entrare quella dell' alta marea, quand'era secca.

Vi era pure un' altra diga colla sua chiavica vicina al ponte della cittadella (31) che adempieva lo stesso scopo; perocchè si erano praticate delle aperture ad inferriate nel piede del muro del corpo di piazza, corrispondente alle estremità della faccia retta della mezzaluna 14; d'onde si può conchiudere che tutta la parte di Dunkerque verso Gravelines poteva difendersi con le acque come quella di Nieuport.

73. Un' altra diga esisteva nel punto indicato (119) con la sua chiavica per empiere colle maree gli stagni (84), che sono fosse scavate anticamente per tagliare il cammino che il nemico poteva seguire con la trincea verso la fronte 20, 18, 17; perocchè questo terreno che altre volte era molto paludoso si è essiccato, e perciò questi stagni si trovano sostenuti dalle piazze d' armi destinate a coprire i posti avanzati: si era anche progettato nel 1708 di farvi nel mezzo un grande ridotto.

74. Siccome le acque del fossato della piazza in fronte a Nieuport comunicavano con quelle della contrafossa, e queste ultime corrispondevano pure al canale di Furnes presso il picciolo Stindam in cui era una chiavica, vedesi che facendo agire quelle delle dighe 57, 123, 124, si poteva dar luogo a mille artificj per opporsi in tempo d' assedio al passaggio della contrafossa ed a quello dell'opera a corno 52, 54. Il gran punto in queste occasioni sta in questo che gl' ingegneri della piazza ne conoscano bene l'azione per trarne tutto il vantaggio possibile, il che non è sempre avvenuto per non averla studiata a dovere.

Queste cognizioni sono del pari importanti alle due parti; mentre è pochissima cosa all'assediante l'avere una pianta fedele di una città acquatica da esso attaccata, capace di tutte le difficoltà che possono opporre le acque, se non ha pure una memoria su tutte le manovre che può temere.

Bisognava che parlassi dell' uso delle dighe che vi erano nelle fosse di Dunkerque, cose alle quali d' ordinario non si presta molta attenzione, perocchè riferisco nel secondo volume gli sviluppi di molte chiaviche comprese nelle stesse dighe, per insegnare ciò che è stato osservato nel corso della loro costruzione. Anche per offrire esempi importanti di ogni specie di opere idrauliche mi sono appigliato a descrivere storicamente Dunkerque per dimostrare la massima differenza di questa piazza, considerata nello stato in cui si trovava nel 1663 con quello a cui era pervenuta nel 1712 per la magnificenza di Luigi il Grande, e l'alto grado di abilità che avevano acquistato gl' ingegneri di Sua Maestà.

75. L' opera a corona (73, 74 e 75) costrutta nel 1640 per coprire la città bassa e l' ingresso dei canali nella città era ancora una testa molto rispettabile appoggiata ai canali di Bergues e della Moere; il fossato di quest' opera era suscettibile di tutti gli artifizj possibili per mezzo delle chiaviche praticate nelle dighe 121, 122, perocchè questi canali potendo essere alternativamente essiccati e riempiti dalle maree per l' azione delle chiaviche di Bergues e della Moere, si potevano far scolare rapidamente nuove acque in questa fossa per cacciare i ponti dei nemici, il che avrebbe reso più difficile la presa di quest' opera. D'altronde si aveva dapprima il forte Luigi, che non essendo distante se non 800 tese, poteva battere di rovescio l' attacco che avrebbe voluto camminare verso questa testa divenuta assai più inaccessibile ancora pel campo trincerato che Vauban fece fare nel 1706, di cui portiamo le linee nella picciola pianta di Dunkerque e del forte Luigi, Tavola III; non avendo potuto l' una e l' altra essere comprese nella tavola grande a cagione dei limiti a cui sono ristrette queste tavole. Nondimeno, siccome è bastantemente distinta per farne conoscere lo scopo ed i vantaggi, li esporrò onde non trascurar nulla di tutto ciò che può dare una giusta idea dello stato in cui era Dunkerque al principio di questo secolo, in cui l' ho potuto ammirare nel 1713 prima della demolizione, e di cui è difficile risovvenirsi senza rammarico.

76. Questo trinceramento era composto di due linee, la prima (86, 87, 88, 89, 90, 92) partiva dall' inondazione del forte Luigi, e metteva capo verso l' angolo del mezzo bastione (73) dell' opera a corona lungo il canale della Moere che gli serviva di contrafossa. E siccome nel luogo del grande Stindam che era un posto avanzato rinchiuso in un ridotto che serviva a coprire una chiavica per formare le grandi inondazioni, si trovava un picciolo canale trasversale che serviva a congiugnere quelli della Moere e di Bergues che formava una penisola molto vasta: il maresciallo Vauban l' occupò coi forti 91 e 108 adattati alla situazione del luogo per rendere la faccia 89 e 90 la più forte di tutte; mentre senza ciò sarebbe stata la più debole non essendo difesa come le sue collaterali dal forte Luigi e dal corpo di piazza al cannone de' quali erano del tutto sottoposte; così un abile ingegnere sa far regnare l' equilibrio nella difesa dei lavori che eseguisce onde imbarazzare il nemico nella scelta degli attacchi.

La seconda linea (93, 94, 95, 96, 97, 98) partiva dal canale di Bergues e terminava all'altezza della chiusa (105) di quello di Bourbourg, che pure gli serviva in parte di contrafossa; questa linea era difesa come la precedente dalla città e dal forte Luigi, la cui felice posizione sem-

brava scelta espressamente per proteggere questo campo che si trovava per ogni riguardo più comodo e più forte di tutti quelli che sieno mai stati costrutti per sostenere una piazza.

77. Aveva più di 4000 tese di perimetro, la sua fossa 8 tese di larghezza per 8 in 9 piedi di profondità e 7 di altezza d'acqua; il suo parapetto avea dodici piedi di spessore e 9 di altezza sopra il livello della campagna, quindi tanta elevazione quanta ne occorreva per coprire la cavalleria e dominare su le dighe dei canali circostanti, che erano eccellenti fosse di 14 in 15 tese di larghezza per 8 in 9 piedi di profondità d'acqua, che si rendeva corrente facendovi agire le maree ogni qual volta si voleva, coll'ajuto delle chiuse corrispondenti alla loro imboccatura, senza che il nemico vi potesse mettere la minima opposizione.

Qoesto campo era munito di 50 pezzi di cannone di ferro da 12 e da 16 sopra carri di marina; avendo d'altronde i magazzini, i corpi di guardia e le garette che gli erano necessarie.

78. Per occupare questo campo trincerato Vauban suppose 12 battaglioni di guarnigione nella città e nella cittadella di Dunkerque, uno nel forte Luigi, un altro nel forte Francesco, ed otto in Bergues che fanno insieme 22 battaglioni che danno 11000 uomini, supponendoli soltanto di 500 uomini per ciascheduno secondo l'opinione ordinaria. Di questi battaglioni voleva che se ne tirassero sei da Dunkerque e quattro da Bergues a cui ne aggiugneva altri otto che avrebbe fatto venire dall'armata più vicina, il che ne dava 18, supposti accampati nel campo trincerato in cui voleva porre anche 5 o 6 reggimenti di cavalleggieri e di dragoni; il tutto accampato presso a poco come vedesi indicato nella picciola pianta.

79. I vantaggi di questo campo erano 1.° Che Dunkerque essendo assediato, esso favoriva i soccorsi che venivano dalla parte di Bergues; 2.° Che se il nemico per prevenire questi svantaggi cominciava dall'attaccare questa piazza, Dunkerque ne avrebbe ricevuto dalla parte di Gravelines, non essendo possibile far fronte dovunque; 3.° Che se con uno sbarco avesse voluto formare un grosso quartiere fra Gravelines e Dunkerque, le truppe del campo trincerato lo mettevano fuori di stato di poter sussistere e lo costringevano a ritirare ogni cosa dal mare, la cui incostanza avrebbe potuto mettere questo campo nel pericolo di morir di fame; 4.° Che se i nemici per impedire i soccorsi che Dunkerque poteva ritrarre da Bergues avessero voluto cominciare dall'assedio di questa piazza, tutte le truppe del campo l'avrebbero sostenuta levando e cambiando la guardia come avrebbe potuto fare la sua guarnigione e tornando a dormire tranquillamente al campo senza timore di essere tormentati dall'artiglieria d'assedio; ed al contrario se Dunkerque fosse attaccato pel primo, le truppe del campo si sarebbero trovate nello stesso caso per la difesa di questa piazza e meglio ancora potendo rilevare la guardia agli attacchi con maggior facilità che il nemico non avrebbe rilevato la trincea. 5.° Questo campo era anche comodissimo con la città picciola per ritirare in sicurezza la gente che sarebbe stata inutile nella città; i grossi bagagli e le bestie destinate alla sussistenza della guarnigione; si poteva pore nei tempi ordinarj farvi accampare le truppe di passaggio, onde non averne l'incomodo in città e farvi osservare la stessa disciplina come se

vi fossero state; perocchè questo campo era chiuso come una piazza di guerra. 6.° Si osserverà finalmente che questo campo non sembrava punto attaccabile, poichè oltre i grandi canali che ne difendevano l'accesso si potevano inondare i dintorni facendo agire le chiaviche ch'erano in città per iscaricarvi l'alta marea, e praticando de' piccioli tagli verso la campagna, il che era l' opera di un' ora.

80. Nessuna piazza ebbe mai tanti vantaggi per la propria difesa quanti ne aveva Dunkerque che non era suscettibile di attacchi che da due parti soltanto, la prima dalla cittadella e la seconda dalla parte di Nieuport, potendo l'accesso delle altre essere reso impraticabile dalle inondazioni per mezzo delle chiaviche di Gravelines e di quelle che erano a Dunkerque; perocchè questa prima piazza ritenendo le acque del fiume A A le faceva rifluire nella Colme, le quali ajutate dal canale di Bergues coprivano insieme il paese dalle rive del fiume A A fino agli argini del canale di Bourbourg chiudendo tutte le uscite all' acqua di quello di Bergues dalla parte della Moere. Si poteva anche formare una seconda inondazione mediante le chiaviche di Dunkerque per guarentire il paese dal canale di Bergues fino a quelli dell' O o e di Honscotte; e facendo pur uso delle chiaviche del forte Nieulet e di quelle di Calais far nascere una terza inondazione che sarebbe terminata alle rive degli argini del fiume A A per inquietare il nemico e togliergli l' uso del territorio.

Queste tre inondazioni si potevano effettuare indipendentemente l'una dall' altra; ma siccome non era possibile di renderle complete senza far uso delle acque del mare, bisognava, per farne uso a dovere, aver molta cautela e circospezione onde non perdere il territorio per 5 o 6 anni. Aggiugnerò che se si avesse voluto far agire in pari tempo le chiuse del forte Nieulet, quelle di Calais, Gravelines, Dunkerque e di Nieuport, quando la Francia possedeva quest' ultima piazza si sarebbe formata un inondazione generale dalla contrafossa di Dunkerque, dalla parte degli stagni, fino a Calais, che avrebbe avuto più di 14 leghe di lunghezza per una o due di larghezza.

81. Gli ostacoli prodotti da tali inondazioni sarebbero stati di conseguenza assai più grandi pel nemico che non poteva nè impedirli, nè prevederne gli effetti, le cui conseguenze potevano divenire terribili; poichè se non avesse scelto vantaggiosamente la sua posizione si sarebbe messo nel pericolo di annegare interi quartieri e di rinchiuderli in modo da non poter evitare di essere battuti; ma ciò che era più disastroso e crudele si è che le chiuse avendo agito con tutta l' industria che vi si poteva apportare, non avrebbe trovato una pinta d' acqua dolce per 6 leghe tutt' all' intorno di Dunkerque. Lascio pensare se v' ha posizione più critica per un' armata assediante costretta a separare i suoi quartieri, e per conseguenza sempre in pericolo d'essere maltrattata? Al che si può aggiugnere che essendo il paese innondato, l'aria diviene mal sana, e produce talora più guasti per la cattiva situazione dei campi che per la perdita delle battaglie.

82. Uomini abili aventi una perfetta cognizione del paese pretendevano non essere possibile intraprendere l' assedio di Dunkerque senza intraprendere in pari tempo quello di Bergues onde circonvallarli entrambi, perocchè senza ciò l' uno avrebbe sempre soccorso l' altro, e tutti i giorni

nuovi rinfreschi per la comunicazione del canale di Berguea, sostenuta dai due forti Luigi e Franceaco, non potevano mai essere interrotti; in tal caso sarebbe occorsa un' armata numerosa che non avrebbe potuto tùttavia formare quella circonvallazione per le inondazioni di cui parliamo. D' altronde sarebbe stata necessaria un'armata navale per l'assedio di Dunkerque la quale avrebbe avuto molto a aoffrire dai banchi che coprono la rada e dai nostri vascelli che si sarebbero tenuti sotto la protezione dei forti che erano alla testa delle dighe. E siccome abbiamo veduto precedentemente che i nemici non hanno mai potuto impedire ai vascelli l'ingresso e l'uscita dal porto, che non si poteva attendere dal valore e dall' abilità dei cittadini di Dunkerque per procurare alla piazza tutti i soccorsi che poteva avere dal mare? Ecco presso a poco le difficoltà generali che si sarebbero incontrate nell' assedio di Dunkerque, che non hanno nulla di comparabile a quelle degli assedj precedenti, perchè era ben lungi dall' essere nello stato in cui è stata messa dappoi. Ma supponiamo che tutto si giunga a superare: vediamo ciò che sarebbe avvenuto nell' attacco e nella difesa particolare.

83. Abbiam detto che i soli due attacchi che si potevano eseguire erano per gli spaldi della cittadella e di Nieuport; ma sembra che non se ne potesse intraprendere che uno, non essendo credibile che il nemico volesse dimezzare l' armata per abbracciarle tutte e due ad un tempo; perocchè si sarebbe trovata tagliata dal canale di Bergues dai forti che lo sostenevano, dalle inondazioni e da Berguea stesso. Uno sguardo alle carte del paese basta per giudicarne.

Per questa ragione si deve osservare che il campo trincerato non poteva essere attaccato che dalla parte corrispondente al lato della piazza acelto dal nemico: quindi non ai aveva a temere che l'attacco del campo fosae intrapreso da più parti ad un tempo; e aiccome ciò non poteva eaaere che moltu sotto il furte Luigi per eluderne il fuoco, il nemico non poteva mai abbracciare che una picciola fronte facile da difendere per la riunione delle forze che gli ai potevano opporre; e questa fronte sarebbe pur atata sottoposta al fuoco formidabile dell' artiglieria della piazza ben diaposta a riceverlo.

Si crederà forse che il miglior partito fusse quello di cominciare dall' assedio del forte Luigi; poichè impadronitosi di esso il trinceramento cadeva da aè; ma l' impresa non era praticabile, perocchè questo forte era circondato da un' inondazione che ai stendeva ad 80 tese intorno al auo apalto e che ai poteva apingere oltre ad una mezza lega lasciando entrar le maree nel canale di Bergues. Che se il nemico avesse voluto bombardarlo, se ne aarebbe avuto poca pena, poichè lasciando aoltanto una picciola guardia per fare le sentinelle ed osservare ciò che avveniva di fuori, il restante della guarnigione ai aarebbe ritirato nel campo trincerato alla portata di volare in soccorso del forte. Queate ragioni sostenute dalle precedenti provano invincibilmente che la piazza poteva contare durante tutto l' assedio sui vantaggi che le procuravano il campo trincerato e la aua comunicazione con Bergues.

84. Supponendo adunque che il nemico avesse determinato il auo attacco per la apianata di Nieuport, che era la sola che potesse convenirgli, avrebbe avuto in vero un buon terreno per aprire la trincea, ma ai aveva anche

una bella fronte per difendersi, composta di tre bastioni 30, 32, 35, e di tutte le opere esterne che ne difendevano l'accesso, cosicchè vi avrebbe trovato da fare. Costretto a restringere estremamente il suo attacco per evitare i rovesci che avrebbe provato alla sinistra dell'opera a corno 52, 54 e alla sua destra dai colpi partiti dal forte Bianco e da Castelgagliardo, e dalla batteria di rovescio, di cui avrebbe sempre più provati i funesti effetti a misura che si fosse avvicinato alla contro scarpa. Questi attacchi così rinserrati sarebbero sempre stati scoperti dalla piazza e per conseguenza bersaglio alle sortite ed al cannone situato nella strada coperta che avrebbe incessantemente tormentato la testa degli scavi in modo da non poter camminare che assai lentamente: dal che si può giudicare la perdita di tempo e della genta per giugnere a stabilirsi nella prima strada coperta. Non dettaglierò le difficoltà del progresso, e lascio agli uomini dell'arte il ragionare su tutto ciò che indica la pianta, mi basta che convengano non essersi mai veduto nulla di più rispettabile della fronte di cui parliamo; la quale dava ad una guarnigione vigorosa il vantaggio di svilupparsi senz'essere troppo dispersa, perchè poteva rimanere tranquilla in tutto il restante della piazza. D'altronde dopo tanto sangue sparso per giugnere a stabilirsi sulla prima strada coperta, come passare la controfossa per giugnere alla seconda potendo colle chiaviche opporre l'assediato tutte le difficoltà di cui ho dato un cenno? Non si trattava qui di fare scorrere le acque per un taglio essendo il mare un serbatojo che la città avea sempre a sua disposizione; perocchè non bisogna perdere di vista le sue chiaviche con le quali si potevano far passare le maree due volte ogni giorno nelle stesse fosse e che quella della piazza poteva divenire impraticabile facendovi nascere torrenti impetuosi i cui effetti si trovano moltiplicati da ogni parte. Perocchè il nemico non avrebbe potuto evitare di prendere le lunette 60 e 61, la contragguardia 33 e per conseguenza le mezzelune 31 e 34 per far breccia nei bastioni 32 e 35 che bisognava necessariamente attaccare e il cui assalto poteva essere valorosamente sostenuto senza pericolo della guarnigione, trovandusi protette dai trinceramenti cha vi erano nei luoghi 77 e 78 che avrebbero arrestato ancora a lungo l'assediante prima di poter penetrare nella piazza. D'altronde questi trinceramenti non potevano essere rovesciati, essendo rivestiti di buona murazione e formavano un nuovo riciuto che bisognava abbattere colle mine o col cannone e dare nuovi combattimenti che la guarnigione avrebbe potuto sostenere fino agli estremi, supponendo che avesse prese le sue misure per evacuare la città e ritirarsi dall'altra parte del porto ove poteva tenersi ancora lunghissimo tempo prima di passare nella cittadella specialmente avendo innanzi a sè un braccio di mare così largo e profondo. Quali difficoltà non avrebbe provato l'assediante a passarlo sotto il fuoco della cittadella e sotto quello che certamente si sarebbe fatto alla gola del bastione per fiancheggiare l'accesso al bacino in cui si sarebbe ritirato tutto ciò che era nel porto servibile al nemico? Si osserverà che distrutto o bruciato il ponte che lo attraversava, l'assediante non aveva altra via per passare dall'altra parte che il parapetto della piazza tagliato naturalmente dalla chiusa di Bergues (46) larga 26 piedi e profonda 18 unico punto da sostenere; il che era facilissimo pei mezzi che somministravano i bastimenti da guerra che divenivano altrettanti posti che si potevano disputare, per non ritirarsi nella cittadella se non dopo aver fatta pagare al nemico assai cara la sua ostinatezza.

Non parlerò di tutti gli altri ostacoli che anche si potevano opporgli prima di venire a ciò; moltiplicando i tagli ed i trinceramenti capaci di ritardare l'accesso al bastione 11, poichè l'assediante giunto una volta dalla parte del bacino, la resistenza della cittadella non poteva esser lunga, perchè questa era la parte debole in ogni modo, perocchè padrone il nemico delle chiaviche l'azione delle acque a difesa delle fosse sarebbe stata molto alterata.

85. Si troverà forse che viste tutte le difficoltà che l'inimico doveva incontrare attaccando per la spianata di Nieuport, non avrebbe esitato a preferire l'attacco della cittadella, resa la quale si sarebbe tosto impadronito della città; ma vi erano potenti ragioni che l'avrebbero impedito di prendere questo partito, la prima delle quali era che non avendo Gravelines non avrebbe potuto far sussistere un'armata fra questa piazza e Dunkerque non avendo nulla da trarre dal territorio che si sarebbe sommerso fino al piede delle Dune, e senz'avere una goccia di acqua dolce, perocchè allora tutta quella dei dintorni si sarebbe trovata guasta dalle maree. D'altronde bisogna osservare che la guarnigione non sarebbe stata meno secondata dal campo trincerato che poteva sempre essere ristorato da Bergues ove si sarebbero raccolte tante truppe quante se ne volevano dalle vicine piazze per farle partecipi della gloria di una difesa che non avrebbe mai avuto esempio; e invece attaccando la fronte di Nieuport, presa la città, il campo trincerato cadeva da sè e per conseguenza tutto ciò che era ad esso relativo. Del resto facciamo astrazione per ora da tutte queste ragioni per non considerare che gli svantaggi che avrebbe incontrato il nemico dalle fortificazioni attaccando per gli spalti della cittadella.

86. Se si osserva bene si converrà che non s'incontrerà mai trincea più difficile da dirigere di quella che avesse per iscopo il bastione 13, verso cui non era possibile avanzare senza essere di continuo fra due fuochi; perocchè la destra della trincea sarebbe stata battuta di fianco ed anche di rovescio da una fronte di più di 400 tese; e se per guarentirsi, l'assediante avesse voluto fuggire dalla parte del mare, cadeva sotto il fuoco del grande terrapieno, e della batteria rovescia senza calcolare la fucilata della diga all'Ovest.

Bisogna confessare che questi due forti erano situati nel modo il più felice, che la loro figura dava ad essi tutte le proprietà che si potevano desiderare, ma non se ne potevano scoprire i vantaggi che facendo l'analisi degli attacchi di cui può essere capace Dunkerque; mi lusingo quindi che la descrizione che offro di questa piazza non sarà indifferente a quelli per cui la scrivo, poichè potrà dar loro delle idee generali per la difesa delle piazze marittime.

87. Sembra che il nemico non avrebbe potuto dispensarsi dall'attaccare anche la fronte 17, 15, della città insieme alla cittadella per imporre alla sua destra. E siccome questa riflessione non era sfuggita agli ingegneri della piazza nell'intenzione di rendere questa parte ancor più rispettabile proposero alla corte nel 1711 di far costruire un pezzo staccato fra il bastione 13 e la mezzaluna 16, per coprire ciò che chiamavasi la comunicazione; questo forte la cui gola doveva corrispondere alla riva del fossato avrebbe più che mai ristretto l'attacco della cittadella, ed avrebbe messo l'assediante nella necessità di prenderla prima di andare più lonta-

no; ma siccome poco dopo le cose cambiarono aspetto non si è più parlato di questo progetto. Del resto è evidente che l'attacco della città da tal parte diveniva moralmente impossibile, poichè allora la trincea sarebbe stata scoperta dal Risban, a meno che non si fossero moltiplicati all' infinito gli spalleggiamenti e la strada a doppia fossa, il che sarebbe divenuto un lavoro molto penoso e lungo in un terreno sabbiomiccio senza consistenza e senza fascinoni e gabbionate, non essendovi legna in tal paese.

88. Uno svantaggio ancora pel nemico sarebbe stato quello di non sapere ove collocare le sue batterie per estinguere il fuoco dell'assediato, per mancanza del terreno da poter infilare le braccia che erano contrarie; perocchè gli stagni inondati dalle maree non permettevano di camminare da questa parte, e non avrebbe potuto gettarsi su la sua destra verso la strada di Gravelines, senza incontrare l'inondazione all'estremità del campo trincerato che guardava l'occidente, ben munita di grossi cannoni, che la marina avrebbe offerto abbondevolmente.

Se a tutte queste difficoltà si aggiugne l'impeto delle sortite che poteva fare la guarnigione sboccando da due o tre luoghi alla volta senza temere di essere tagliata, come avanzare sopra un cammino così mortifero? Tanto più che dopo esser giunti alla controscarpa, i passaggi delle fosse divenivano difficilissimi pel giuoco delle chiaviche; d'onde si può concludere che non il numero delle fortificazioni ammassate le une su le altre è il più acconcio a produrre una lunga difesa, e che i vantaggi più solidi di una piazza sono quelli della situazione secondata e migliorata dall' arte.

89. Quando il nemico dopo un lavoro immenso si fosse reso padrone della fronte 13, 14, che è una specie di opera a corno separata dal corpo della cittadella, la sua situazione sarebbe divenuta più crudele per le mine di cui era suscettibile il terrapieno di quest' opera, e per tutto ciò che avrebbe tentato sopra il secondo recinto ov' era difficile di far breccia. Supponendo che vi fosse pervenuto, si poteva difendere fino all'estremo, perocchè sarebbe stata protetto da un buon trinceramento che dava alla guarnigione il vantaggio di ritirarsi tranquillamente a Bergues durante la notte dopo aver evacuato la piazza co' suoi migliori effetti, non lasciando nella cittadella che un distaccamento per ingannare il nemico se pur gli fosse possibile giugnere a questo punto.

Ecco un' idea generale di Dunkerque nella gloriosa situazione in cui era questa piazza nel 1712. Siccome credo avere detto a sufficienza per dare una giusta idea di ciò che non esiste più, passerò sotto silenzio i vantaggi che ancor le rimangono e narrerò ciò che è avvenuto fino al 1730.

90. La regina d'Inghilterra, risoluta di condurre a qualunque costo i suoi alleati al punto che voleva, e di costringerli a rimettersi a lei per la decisione dei loro comuni interessi, continuò a negoziare con la Francia. I plenipotenziarj di queste due corone, estesero un piano di pace generale, mentre i segretarj di stato trattavano immediatamente di una sospensione d' armi. Si volle dalla Francia che rimettesse Dunkerque nelle mani degl' Inglesi per convincer essi e gli alleati delle sincere disposizioni del re a soddisfare a tutti gl' impegni da lui presi per la sicurezza e tranquillità dell' Europa. Si promise per parte della regina che il duca

d'Ormond si ritirerebbe con le truppe Inglesi e tutti gli stranieri al soldo dell'Inghilterra che vorrebbero accompagnarlo; il che effettivamente successe il 17 giugno 1712, dopo l'armistizio pubblicato il giorno 4 fra le due potenze.

91. La nuova della demolizione di Dunkerque fu come un colpo di fulmine agli abitanti di questa città; sacrificata a' suoi nemici che avevano scelta l'occasione di vendicarsi coll'intera distruzione di essa di tutte le perdite che loro avea cagionate; il quale risentimento comechè fosse soverchio tuttavia sembrava scusabile. Questa piazza era divenuta il terrore delle potenze marittime; nel corso dei 12 anni che durò la guerra con gl'Inglesi, i cittadini di Dunkerque fecero 1614 prede del valore di 30 milioni e 500 mila lire, senza valutare i vascelli venduti dagli armatori in Francia ed in Spagna.

92. Anche per far conoscere tutta l'importanza di Dunkerque ho creduto di riferire le azioni marittime più importanti che la felice posizione di questa piazza ha prodotte e mettere in piena luce il valore ed il merito de' suoi abitanti. Non era meno conveniente il parlare anche dei varj tentativi fatti dai nemici per bombardare Dunkerque, onde mostrare la necessità dei forti che ne difendevano la rada, senza i quali questa piazza così invidiata non avrebbe mai goduto nessun riposo.

93. In conseguenza del nono articolo del Trattato tra la Francia e l'Inghilterra, Blanc, allora intendente delle Fiandre dalla parte del mare, andò a Dunkerque per regolare col governatore conte di Lomond tutto ciò che occorreva per abbandonare la città agl'Inglesi quando si presenterebbero. Il 18 del mese di luglio si vide giugnere la loro flotta composta di 12 vascelli da guerra e 20 bastimenti da trasporto comandati dall'ammiraglio Leak; ed il 19, verso le 10 ore del mattino, Hill a cui la regina d'Inghilterra avea dato il governo di Dunkerque, venne a terra seguìto da 6722 uomini, che presero possesso dei posti della città, della cittadella, dei forti marittimi e del forte Luigi.

94. Verso le ore sei di sera il conte di Lomond uscì dalla città per andare a Bergues con la guarnigione seguìta da quella della cittadella e dei forti, accompagnate dagli stati maggiori; così la piazza fù messa in possesso degl'Inglesi, finchè gli stati generali avessero dato al re un equivalente per la sua demolizione.

Mentre queste cose succedevano a Dunkerque gli alleati intrapresero l'assedio di Quenoy che si rese il 14 luglio; dopo di che il principe Eugenio, volendo fare quello di Landrecy, investì questa piazza il 17 dello stesso mese; ma quest'assedio non durò a lungo, perocchè il generale fu costretto a levarlo così rapidamente come l'intraprese.

L'importanza della piazza avendo impegnato i marescialli di Villars e di Montesquiou ad attaccare i nemici, condussero così bene i loro disegni che gli affari cangiarono faccia ad un tratto. Cominciarono dall'attacco del campo che gli alleati occupavano a Denain, che malgrado i trinceramenti fu preso: i 17 battaglioni che lo difendevano annegati o fatti prigionieri e fu preso dall'armata francese un convoglio di più di 500 carri con molta artiglieria dall'armata francese. Questa vittoria fu seguìta dalla presa di Marchienne ove si fece gran quantità di prigionieri. Gli alleati perdettero in queste fazioni più di 7000 uomini e 400 officiali; e tanta

quantità di cannoni e di munizioni da guerra e da bocca che furono costretti ad abbandonare Landrecy. Il maresciallo di Villars, attivo nell' approfittare de' suoi vantaggi, prese nella stessa campagna Douay, Quenoy e Buchain.

95. La vittoria che riportò la Francia a Denain e la conquista delle piazze che ne seguì avendo messo una parte de' suoi nemici nella necessità di abbandonar parte delle loro pretensioni, unite alle disposizioni favorevoli della regina d' Inghilterra, fu segnata ad Utrecht la pace fra questa potenza e la Francia l' 11 aprile 1713. I ministri di Savoja, di Portogallo e di Prussia, e quelli delle Provincie unite firmaroro la loro il dì 12. Soltanto il conte di Sinzindorf ministro dell' imperatore, non avendo voluto convenire in alcun accomodamento, partì il 15 per la corte di Vienna; il che obbligò il re a mandare due eserciti verso le frontiere dell' impero, sotto gli ordini dei marescialli Villars e Bezóns che assediarono e presero Landau e Friburgo; il che determinò l' imperatore a fare egli pure la pace che fu firmata il 6 marzo 1714. E siccome l' articolo IX del trattato della Francia con l' Inghilterra è il solo che possa interessare Dunkerque, eccolo letteralmente.

96. *Sua Maestà Cristianissima farà spianare le fortificazioni della città di Dunkerque, colmare il suo porto, ruinare le chiaviche che servono ad espurgare il porto; il tutto a spese sue e nel termine di cinque mesi dopo conchiusa la pace e firmata; cioè le opere marittime nello spazio di due mesi e quelle di terra con le dette chiaviche nei tre seguenti, a condizione anche che le dette fortificazioni, porto e chiaviche non potranno mai essere ristabilite; ma tale demolizione non comincierà se non dopo che il Re Cristianissimo sarà messo in possesso di tutto ciò che gli deve essere ceduto in compenso della detta demolizione.*

In conseguenza del Regolamento fatto ad Orchis, la città ed il castello di Namur furono ceduti il 21 alle truppe olandesi e le francesi presero possesso di Bethune e di Saint Venant; gl' Inglesi entrarono il 31 in Nieuport, i Francesi in Aire, e gli Olandesi in Furnes; il 4 giugno i Francesi presero possesso di Lilla; e gli Olandesi d' Ypres e Charleroy; ma Lussemburgo non fu evacuato che il 26.

Durante questo tempo Tugghe, deputato del Magistrato di Dunkerque, si diede tutte le cure possibili per far riuscire la sua commissione che tendeva alla conservazione delle dighe e del porto; ma quanto operò per piegar la regina, tutto fu vano; mentre volle la completa esecuzione del trattato.

97. I commissarj inglesi nominati per la demolizione, essendo già arrivati, e Blanc essendo loro aggiunto nell' impresa, non si attendevano più che le truppe per lavorare; esse arrivarono il 5 ottobre nel numero di 8 battaglioni ed una compagnia di minatori, che accamparono fuori della città.

Il 7 Ottobre si cominciò dal cavare le palizzate della strada coperta che girava intorno alla piazza. Il 10 si cominciò col demolire e radere al di fuori ed interrare le fortificazioni marittime, cioè i forti di murazione e di legname corrispondenti alle dighe. Il 9 Novembre si attaccò il corpo di piazza e nel mese di Agosto la demolizione fu interamente terminata; quest' opera sciagurata finì il 6 dello stesso mese per la grande tura che doveva comunicare il canale col porto. Due mila uomini lavoravano nelle sei ore del riflusso e fecero in questo tempo un lavoro prodigioso.

98 Tosto che gli abitanti di Dunkerqoe videro cominciare la demolizione della loro fortezza, e che si doveva troncare la comunicazione del porto col mare con la grande tura di cui abbiamo parlato, si rivolsero a Blanc per rappresentare a lui la terribile situazione in cui essi ed i paesani vicini si troverebbero ridotti, quando le acque del paese non potessero più scolare per Dunkerque come aveano fatto da tempo immemorabile, poichè tutto il paese rimaneva senza speranza se lo scolo non avesse luogo.

Blanc, attento sempre al ben pubblico e sensibile a questa rimostranza, fece il possibile per rimediare a un male così pressante. Ne conferì con Moyeoneville, allora direttore delle fortificazioni di Dunkerque, che fece il progetto di un nuovo canale pel quale le acque del paese scolerebbero al mare verso l'antica fossa di Mardick, e che potrebbe anche servire a rendere alla città il suo commercio col mare dando a questo canale tanta profondità per farvi passare i vascelli, formando delle chiaviche per dirigerne le acque.

99. Blanc andò alla corte munito d'istruzioni e delle piante necessarie per l'intelligenza di un'opera così vantaggiosa; fece conoscere sì bene la necessità di questo canale per salvare il paese da una inondazione inevitabile, che S. M. consentì all'esecuzione del progetto. Non era piccola difficoltà trovare i fondi necessarj a tanta spesa, e il re allora non contribuì che 150000 lire; ma concesse i materiali della demolizione della città, del porto e dei Risban che potevano servire alla costruzione delle nuove chiuse; e con un decreto ordinò che alla pianura del dipartimento fossero date 100000 lire, 60 mila al castello di Bruges, e 50000 alla città di Lilla. Quella di Dunkerque si segnalò con una volontaria contribuzione di 792550 lire; quindi allora si aveva un milione e cenciquantamila e cinquecentocinquanta lire, somma molto inferiore a quella che occorreva ad un'opera così considerevole; ma S. M. fece sperare di provedere al resto, somministrando fondi fino al compimento dell'opera.

Le truppe destinate a lavorare giunsero al numero di 12 battaglioni, i primi giorni di maggio 1714, e si cominciò questo grande lavoro che diede agli abitanti una soddisfazione che non si può esprimere. Nel mese di Giugno arrivarono altri sei battaglioni, e tutti insieme lavorarono con tanta diligenza, che il 2 Luglio si cominciò a palafittare le chiaviche del nuovo canale, ed il 24 agosto vi si posò la prima pietra.

100. Essendo morta la regina d'Inghilterra il 12 agosto di quest'anno, e proclamato re dalla Gran Brettagna l'Elettore d'Annover, i due battaglioni inglesi che erano rimasti nella città e nella cittadella, ricevettero ordine di ripassare in Inghilterra con Hill e. Cleyton; perocchè allora la demolizione era del tutto terminata; non vi era che Amstrong uno dei Commissarj per la demolizione che rimase ancor qualche tempo; e che cercò d'intralciare con maligne difficoltà la costruzione del nuovo canale; ei fece anche conoscere al consiglio del nuovo re d'Inghilterra che sarebbe di tanto utile alla Francia come il porto che si era distrutto.

Su tali rappresentanze Sua Maestà Britannica ordinò al suo ministro in Francia di presentare una Memoria al Re per impedire la continuazione di questi nuovi lavori che pretendevansi contrarj al nono articolo del trattato. Il re persuaso che non contravveniva in verun modo al trattato di pace, ordinò di continuare il lavoro, che essendo già molto avanzato si mise

il 17 ottobre sotto la murazione della grande chiavica una scatola di piombo inviata dalla corte contenente una medaglia d'oro e quattro d'argento con una iscrizione sopra una lastra di rame.

101. Blanc, commosso dal pericolo che correva il paese di restare inondato dalle acque d'inverno da coi si era poco distante, animò talmente con la sua continua presenza e le sue liberalità gli operaj che lavoravano alla chiusa, che l'11 gennajo 1715 vi misero l'ultima porta che si doveva collocare, acciò il canale potesse ricevere le acque del paese.

Questa chiavica, la più bella d'Europa, era divisa in due passaggi; uno di 44 piedi pei vascelli di prim'ordine e l'altra di 26 pei piccioli bastimenti. La lunghezza di questa chiavica era di 86 tese e 2 piedi; la pila di mezzo avea 30 piedi di grossezza, e ciascuna delle due spalle 24, senza comprendervi i contrafforti.

In quanto alla lunghezza del canale gli si sono date nella sua totalità 3384 tese; il canale dalla chiusa fino al mare aveva un giro di 50 tese di larghezza per 20 piedi di profondità; ma doveva divenire più considerevole per l'azione dell'acqua che le chiuse doveva lanciare per approfondarlo.

102. Essendo l'opera in istato di far scorrere le acque per la prima volta, Blanc ed il conte d'Herouville comandante di Dunkerque accompagnati dal magistrato andarono alla chiavica il 6 febbrajo 1715: si aprirono le porte dei due passaggi che diedero lo scolo alle acque. A tal vista la gioja degli abitanti della città e della campagna fu proporzionata al timore che s'era aparso del loro staripamento.

Dopo questo felice evento che colmava Blanc di gloria e di soddisfazione, partì il 15 aprile per andare alla corte ove si avvide che l'alterigia presa dal conte Stairs, ambasciadore d'Inghilterra in Francia per l'affare del nuovo canale onde esigere la distruzione, avea fatto qualche impressione; questo illustre intendente ben degno della scelta che poco dopo ne fece il re come Ministro della guerra, parlò con tanta forza ed eloquenza nel consiglio che la solidità delle sue ragioni convinse l'ambasciatore inglese.

Sua Maestà, persuasa della necessità di mantenere il canale e la chiavica, ed anche di continuare tutto ciò che restava da fare per la perfezione dell'opera, attestò a Blanc l'intenzione di proteggerlo mostrando una fermezza inalterabile malgrado la sua età; egli allora era al termine del suo glorioso regno, essendo morto il primo settembre dello stesso anno.

103. Le acque che si liberavano sovente dalla chiusa di Mardik, avevano talmente acavato il canale, che nel mese di aprile del 1716 vi entrarono dei vascelli; fra le altre una fregata di 34 pezzi attraversò il grande passaggio della chiusa e si rese nel canale d'acqua dolce fino dietro l'antico porto, il che cagionò agli abitanti di Dunkerque una soddisfazione difficile ad esprimere; essi avrebbero facilmente obliato il dolore prodotto dalla demolizione della loro città, se gl'Inglesi i quali vedevano con grande pena tutti i vantaggi del nuovo canale, non avessero congiurato di nuovo alla ruina di questa sciagurata città, non potendo essi obliare le perdite che avevano sofferto.

104. Il Duca d'Orleans reggente di Francia, credendo utile allo stato il contrarre un'alleanza con gl'Inglesi, i ministri di questa potenza ebbero

l'ordine dalla loro corte di non prestarvisi se non a condizione che fosse totalmente distrutta la chiusa di Mardick. Iberville, inviato straordinario di Francia alla corte d'Inghilterra, che era venuto a Parigi per ricevere le istruzioni di S. A. R. ebbe l'ordine di ritornare a Londra e di condurre con sè Moyenneville direttore delle fortificazioni, sempre residente a Dunkerque. Questo celebre ingegnere dopo varj dibattimenti coi ministri Inglesi sul modo onde si voleva che fossero distrutte le costruzioni che loro cagionavano tanta gelosia, ebbe il dolore di tornare in Francia senz'aver ottenuto dai ministri inglesi la più picciola modificazione, non avendo voluto accedere per nulla alla distruzione totale di un'opera così degna di ammirazione. E il Duca d'Orleans, che aveva senza dubbio le sue ragioni per adempiere le viste generali in pregiudizio di un vantaggio particolare cesse a quanto esigevano.

105. Il 7 luglio del 1717 in conseguenza del trattato d'alleanza si cominciò a far la tura dalla parte del mare per arrestarne le acque; se ne formò parimenti una dalla parte di terra per sostenere quelle del territorio; poscia la grande chiusa che aveva 44 piedi di larghezza fu interamente demolita, e la piccola che ne aveva 26 fu ridotta a 16; nel mese di Dicembre si levarono le due ture e le acque del paese scorrevano come prima. Frattanto il re per consolare gli abitanti di Dunkerque per la nuova disgrazia che loro toccava, volle aver riguardo alla loro situazione, accordando ai deputati che inviarono alla Maestà Sua le grazie che si erano lusingati di ottenere.

106. Dopo questo tempo sa ognuno come per favore del cielo un impeto di mare ruppe la tura nel 30 dicembre 1720 che separava l'antico porto dal canale, come gli abitanti si sono felicemente serviti per profondare il canale, della picciola chiusa rimasta nella città sotto il canale di Furnes dopo la demolizione, perocchè non avea nulla di comune colla fortificazione o colla marina; e finalmente come a forza d'industria sono giunti a ristabilire un commercio che li ha tolti all'estrema miseria in cui i precedenti avvenimenti li avevano immersi; commercio che d'altronde non può essere che vantaggiosissimo all'Inghilterra come proverei se ciò appartenesse al mio scopo.

107. Per dar qualche cenno su Mardick esso era anticamente una grossa borgata, sostenuta da un forte presso cui vi era una specie di città bassa; furono fortificate l'una e l'altra con terre sabbioniccie rivestite di zolle erboree: esso sorgeva in riva al mare ad una lega da Dunkerque. Questo forte ha sostenuto varj assedj come si è detto precedentemente; il re lo fece demolire nel 1665 in modo che non ne rimane più traccia, tranne il forte di legno che guardava l'antica fossa di Mardick che allora serviva di ritirata ai vascelli. Altravolta era un buon porto sulle cui ruine s'innalzò quello di Dunkerque: ma da molti anni questa fossa è del tutto interrata al pari del canale che era lungo la costa; al che molto contribuì lo stabilimento ed il prolungamento delle dighe del porto che fecero sì che le sabbie si sono alzate all'altezza della spiaggia nel canale della fossa; si è pur demolito il forte di legno. Allora tutti gli abitanti di Mardick si sono stabiliti a Dunkerque non potendo colà più communicare, ed ora non vi sono più che alcuni casolari occupati da pescatori.

Spiegazione delle cifre relative alla pianta di Dunkerque.

1. Picciola mezzaluna della cittadella.
2. Altra mezzaluna della cittadella che difende l'Estran e l'ingresso al porto.
3. Terza mezzaluna della cittadella che protegge la batteria rovescia e la spianata della cittadella.
4. Bastione al mare sotto cui era un grande sotterraneo.
5. Cavaliere in cui era la colubrina di Nancy.
6. Mezzo bastione del grande cavaliero.
7. Bastione di strada che difende l'ingresso al porto.
8. Cavaliero che imponeva alla città.
9. Bastione del porto che imponeva alla città.
10. Bastione del mulino contro la città.
11. Bastione della porta della cittadella, nel caso precedente.
12. Mezzo bastione del trinceramento.
13. Bastione delle dune separato dal corpo della cittadella.
14. Mezzaluna della comunicazione che difende l'accesso al bastione 11 dalla parte della città.
15. Mezzo bastione della spianata della cittadella.
16. Mezzaluna della spianata della cittadella.
17. Bastione di Mardick, con un cavaliero che imponeva alle dune, e che difendeva la parte occidentale del campo trincerato.
18. Mezzaluna delle cale che difende pure il campo trincerato.
19. Bacino ove si ritiravano i vascelli del re.
20. Bastione del Bourgbourg, ov'era un magazzino da polvere.
21. Mezzaluna del canale di Bergues.
22. Bastione di Santa Teresa che imponeva alla città bassa.
23. Mezzaluna della porta Reale 62 per cui si usciva nella città bassa.
24. Bastione di S. Luigi che difendeva la parte orientale del campo trincerato.
25. Mezzaluna che proteggeva il campo trincerato.
26. Bastione d'Anjou che difendeva pure il campo trincerato.
27. Mezzaluna fra il bastione d'Anjou e quello della regina.
28. Bastione della regina ov'era un magazzino da polvere come in quello d'Anjou.
29. Mezzaluna della porta di Nieuport (63).
30. Bastione Delfino avente un grande sotterraneo alla gola.
31. Mezzaluna fra il bastione Delfino 30 ed il reale (32).
32. Bastione reale con un grande cavaliere 77 che imponeva alle dune.
33. Contragguardia del bastione reale.
34. Mezzaluna alla cui gola si dovea porre la tura (109) per meglio asconderla al nemico.
35. Bastione del Castello con un cavaliero che difende l'Estran all'ingresso del porto.
36. Posizione nella città in cui altra volta era il bastione d'Enguien.
37. Bocca del porto corrispondente alla riva della pescheria.
38. Porta dell'orologio corrispondente alla riva.

39. Porta della corona corrispondente pure alla riva.
40. Porta per andare alla cittadella.
41. Imboccatura del canale di Furnes.
42. Forma progettata per la costruzione e riparazione dei vascelli.
43. Antica torre, vestigio del primo ricinto di Dunkerque.
44. Chiavica di Furnes nella città che serve a mettere lo sbocco del porto.
45. Chiavica della Moere pure in città, che serve a nettare e profondare il porto.
46. Chiavica di Bergues famosa pel giuoco d'acqua che serve ad espurgare il porto e profondare il canale.
47. Chiavica progettata per ricevere le acque del canale di Bourbourg onde approfondare sempre più il canale ed il porto.
48. Chiavica del bacino ov' erano i vascelli del re.
49. Estremità della controfossa comunicante con un acquidotto sotto la strada coperta con la fossa della Mezzaluna 25.
50. Ridotto di murazione nel trinceramento situato fra i canali delle Moere e di Furnes.
51. Piccolo Stiudam sul canale di Furnes.
52.
53. Opera a corno di Nieuport e sua mezzaluna.
54.
55.
56. Ture all' estremità delle braccia dell'opera a corno di Nieuport.
57. Ridotto dei morti, di muratura, per guardar il ponte sul canale di Furnes.
58. Strada di Nieuport.
59. Corpo di guardia che serve di ridotto nella piazza d' armi di porta Nieuport.
60.
61. Lunette per incrociare l'attacco dell'opera a corno di Nieuport.
62. Porta reale per comunicare colla città bassa.
63. Porta di Nieuport a cui si va per la strada 58.
64. Arsenale della piazza per le munizioni da guerra.
65. Ospitale per la guarnigione.
66. Padiglioni e caserma per l'alloggio della guarnigione.
67. Piazza d' armi detta Piazza Reale.
68. Piazza Delfina corrispondente alle *Religiose Inglesi.*
69. Piazza della legna.
70. Porta progettata per facilitare il soccorso dalla parte di Gravelines.
71. Cisterna per la piazza della cittadella.
72. Arsenale della cittadella.
73.
74. Opere coronate che servono a coprire la città bassa.
75.
76. Trinceramento del Bastion Delfino (30).
77. Trinceramento del Bastion Reale (32) legato con una cortina al precedente.
78. Trinceramento del Bastione di Castello (35) legato pure col precedente.
79. Corderia per la fabbrica dei cordami per la marina reale.

80. Magazzino particolare pei vascelli del re.
81. Magazzino generale della regia marina.
82 Deposito degli alberi per la marina del re.
83. Fucine e botteghe per la marina reale.
84. Cale che s' inondavano con le maree e pei tagli 85 e 119 corrispondenti alla fossa del corpo di piazza.
85. Comunicazione delle cale col canale di Bourbourg e colla fossa della piazza.
86.–93. Parti orientali del campo trincerato che difende l'accesso della fronte di Nieuport.
94.–98. Parti occidentali del campo trincerato che difendono la strada di Gravelines.
99.–101. Mezzelune nella contrafossa del campo trincerato che servono a coprire le porte o sortite dal campo stesso.
102. Ridotto del picciolo Stindam.
103. Chiusa del canale di Bourbourg che serve a facilitare la salita e la discesa dei battelli.
104. Posizione della truppa nel campo trincerato.
105.–107. Canale di comunicazione per unire quelli di Bergues e de la Moere.
108. Pezzo staccato innanzi al forte 91 alla gola del grande Stindam.
109. Tura con una chiavica a porta rotante per far agire le acque della fossa di piazza.
110. Tura con una chiavica a tre paratoje per far passar le nave nelle fosse della piazza.
111.–117. Tura per sostenere le acque dei canali di Bergues, della Moere e di Furnes, passando a traverso della fossa di piazza.
118. Tura con chiavica per far circolar l'acqua intorno alla piazza.
119. Tura con chiavica per far passare le maree negli stagni.
120. Tura per scaricare le acque del fossato della piazza e della cittadella o per farvi entrare le maree.
121.–122. Tura con chiavica per far agire le acque dei canali di Bergues e della Moere nella fossa dell' opera a corona della città bassa.

123. Tura con chiavica per maneggiare le acque della contrafossa della fronte di Nieuport.
124. Posizione di una grande chiavica progettata nel 1710 per profondare il canale.
125. Ridotto per la sicurezza dei battelli sui canali di Bergues e di Bourbourg.

CAPO TERZO

DELL'USO DELLE CHIAVICHE IN GENERALE COLLA SPIEGAZIONE DELLE PARTI PRINCIPALI DI ESSE.

Riferendosi a Simone Stevin celebre ingegnere delle Provincie Unite, ed il primo che abbia scritto su le chiaviche nel 1618, sembra che soltanto verso la fine del decimosesto secolo si sieno immaginate quelle che servono ora a sostenere le acque del mare e dei fiumi per vantaggiare le piazze marittime ed il commercio. Questo autore ne parla come di una nuova invenzione di cui fa vedere l'applicazione, e ad esso si deve in parte quanto è stato immaginato di più ingegnoso su ciò, per le idee somministrate a quelli che vennero poi.

Comunque sia circa l'antichità delle chiuse, ecco una definizione dettagliata di quelle che sono meno conosciute; molto diverse dalle antiche usate da più secoli per far girare le ruote dei mulini divenute così comuni, che non v'è paese ove non se ne incontri un gran numero.

108. Si dà il nome di *chiusa* alle opere di murazione e di legname destinate a sostenere e condurre le acque secondo il bisogno delle località. Per intendere il vero significato di questo termine si sappia che una chiusa è un luogo scelto in un canale o in una corrente d'acqua per costruirvi due ale di murazione che si chiamano *spalle* tracciate secondo certe proporzioni che ad esse convengono, l'una alla riva destra, l'altra alla sinistra in mezzo alle quali si pratica uno spazio o camera, chiusa d'ordinario da due paja di porte le quali si puntellano reciprocamente, una dalla parte di sopra, che si chiama anche di *testa* quando corrisponde ad un fiume, l'altra di sotto o di *fondo*; le quali porte si aprono e si chiodono a piacere per lasciare scorrere le acque e aprire il passo alle barche. Se una chiusa corrisponde al mare si chiamano porte di *flutto* quelle che guardano il lido, e *d'acqua dolce* quelle verso terra.

Quando le chiuse non servono alla navigazione basta a sostenere le acque un'armatura di legname formante una specie di tramezza fatta con una fila di pali ad incastri o con pile di murazione, il cui intervallo è riempito da paratoje che s'innalzano e si abbassano per lasciar scorrere l'acqua o ritenerla in tutto od in parte; tali sono le chiaviche comuni dei mulini o per tenere l'acqua in collo.

Quando l'intervallo delle spalle non ha che 8, 10, 12 o 14 piedi al più, non s'impiega talvolta che una sola paratoja a chiudere la chiavica; s'innalza col mezzo di funi che si avvolgono ad un verricello che si fa

girare con grandi ruote attaccate alle sue estremità e maneggiate da vari uomini. Questa specie di chiaviche può servire a facilitare la navigazione di un canale o di un fiume di cui è mestieri gonfiare le acque per non lasciarle sfuggire che a proposito; l'inconveniente sta nel non potere innalzar bastantemente la paratoja da lasciare un libero passaggio alle barche munite dei loro attrezzi, perciò in questo caso si preferiscono le chiuse a porte. Vi sono anche altri modi di chiuderle che si sono immaginati per adempiere allo scopo proposto nella loro costruzione, di cui ora non giova parlare per non offrir troppi oggetti ad un tempo.

Non sembra, come abbiam detto, che prima del secolo quindicesimo si sieno conosciuti i vantaggi che si potevano ricavare dalle chiuse; poichè fino a quel tempo la loro utilità era limitata al solo uso dei mulini ad acqua; e soltanto nel 1426 se ne fece uso la prima volta per aggiugnere una nuova difesa alle piazze di guerra, come avvenne sotto il regno di Carlo VII. La città di Montargis, trovandosi assediata e stretta dagl' Inglesi, gli assediati credettero di ritenere le acque del fiume Loin mediante una chiusa che produsse una sì grande inondazione, che non solo fu sommerso il campo nemico ma la stessa città: così l' inondazione le divenne contraria pel difetto d' esperienza d' aver male eseguito il sostegno.

109. Gli Olandesi sono i primi che contribuirono di più a perfezionare le chiuse per l' applicazione che ne fecero alla difesa del loro paese ed ai canali navigabili che si scavarono; ma benchè sieno giustamente considerati pei popoli che più di tutti intendono al presente la costruzione delle opere di questa specie, essi hanno lavorato per lungo tempo a tentone senza regole certe, sorte comune a tutte le invenzioni; nondimeno l' architettura Idraulica si è successivamente perfezionata presso di loro e le chiuse che dapprima non erano quasi conosciute, sono divenute così necessarie pei soccorsi che hanno procurato, che non credo poterne far conoscere meglio l' utilità che mostrando le occasioni ove sono acconcie.

Uno degli usi principali delle chiuse si è quello di servirsene come si fa presentemente per inondare i dintorni di una piazza di guerra onde allontanarne il nemico; il che si fa talvolta con tanta abbondanza d'acqua che è impossibile avvicinarvisi a meno che non si asciughi, quando ciò sia possibile; e supponendo che l' assediante prenda questo partito è molto l' obbligarlo ad un grande lavoro che prolunga l' assedio, poichè se l' inondazione è stata fatta per tempo, soltanto dopo lunga pezza dopo che si è potuto far scolare le acque si può praticare il terreno da esse bagnato, per aprirvi la trincea.

Quando le chiuse che si costruiscono a tale uopo s' incontrano in vicinanza dell'Oceano ed il paese è piano possono anche servire a fornir l' acqua ne' luoghi molto più lontani come sono i dintorni dei forti, che trovansi ad una considerevole distanza. Dopo essere state caricate nelle più grandi maree si fa risalir l' acqua a due o tre leghe ove ha tuttavia forza bastante per rendere queste fortezze inaccessibili e tagliare le comunicazioni essenziali al nemico come si è praticato nelle guerre d' Olanda.

110. Il mezzo d' introdurre le acque nelle fosse e contrafosse di una piazza di guerra con picciole chiuse costrutte nel mezzo delle ture onde sono separate dai fiumi che le attraversano è pure vantaggiosissimo;

poichè, dopo aver lungamente inquietato il nemico con mille astuzie che vinse alla fine, si è ricorso alle chiuse che forniscono una nuova difesa.

Le chiuse non si sono impiegate soltanto alle inondazioni così favorevoli alle città assediate; se ne fa pur uso utilmente nei porti di mare all'ingresso de' serbatoj o bacini destinati a tener sempre galleggianti i vascelli da guerra per guarentirli dalla putrefazione quando nelle basse maree rimangono sopra la melma. Quando questi bacini sono di una bella grandezza vi si ricovera un gran numero di vascelli che sono ivi più sicuri che in ogni altro luogo essendo al coperto delle più pericolose burrasche.

Indipendentemente da questi grandi bacini, se ne fanno anche di più piccioli chiamati *forme* al cui ingresso si pratica pure una chiusa. Queste forme, che si ha la premura di tenere a secco per mezzo di macchine per potervi lavorare, servono a riparare i vascelli che la vecchiezza, il mare o le battaglie hanno danneggiato. Ristaurati, si fanno uscire introducendo l' acqua nelle forme con picciole chiaviche praticate nelle spalle o levando i portelli praticati nelle grandi porte.

111. Si fa pur uso utilissimamente delle chiuse per espurgare e profondare i porti ed i canali: dopo averli empiuti nell'alta marea si aprono le porte a marea bassa; allora la caduta dell' acqua che succede precipitosamente trasporta la belletta e la sabbia che trova nel suo passaggio; ma siccome non agisce con impeto, se non sul fondo ove scorre in certi luoghi del bacino e del canale mentre i fianchi non ne risentono che debolmente, si sono immaginati dei puntoni per spazzare un porto uniformemente per mezzo de' quali si dirige la corrente dell' acqua secondo l' esigenza de' luoghi per farvi degli scavi profondissimi; in guisa tale che un porto ove non entrassero che picciole navi, in breve con tale manovra diviene praticabile ai vascelli da guerra.

Si è pur ricavato un vantaggio dalle chiuse pel commercio; il canale che fa la congiunzione dei due mari, divenuto l' oggetto dell' ammirazione del mondo intero, non si sarebbe mai potuto eseguire senza il loro soccorso; infatti havvi nulla di più sorprendente del veder condurre de'battelli sul vertice delle montagne da cui poscia discendono con la stessa facilità onde sono saliti, per andar a passare sotto altre montagne ove si è ad essi perforata una via, e di là sovra ponti ed acquidotti senza esser costretti a trasportare il loro carico in altri battelli? Gli antichi che ci lasciarono tante opere maravigliose, non ardirono mai intraprenderne nessuna tanto ardimentosa.

112. Se i sostegni sono ammirabili per l'abbondanza che procurano congiungendo i mari coi fiumi, non sono meno utili per facilitare l' elevazione delle acque che si costringono col loro mezzo ad innalzarsi fino alla sommità delle montagne; tanto pei bisogni degli abitanti come pei piaceri che possono procurare coi diversi giuochi d' acqua, getti, cascate e simili cose ch' esse alimentano. La macchina di Marly, che non si può vedere senz' essere colpiti dalla magnificenza del gran re che la fece eseguire, è un monumento che fa sentire abbastanza, quanto i sostegni sieno superiori alle altre costruzioni; ma ciò che ho detto non ha nulla di comparabile ai vantaggi che se ne sono dedotti per disseccare le campagne soggette alle inondazioni marine. Prima che se ne avesse l'uso, interi territorj si trovarono esposti ad essere per sempre sommersi, come se

ne vedono ancora triste vestigia in Zelanda, provincia che sarebbe perduta come pure gran parte d'Olanda senza le famose dighe che vi furono innalzate. Ognuno sa che sono destinate ad opporsi alle maree e servire in pari tempo nelle basse maree a facilitare lo scolo delle acque del paese per l'azione de' sostegni che allora si aprono da sè stessi, e rinchiudonsi in seguito quando s'innalza il mare; la qual cosa ha fatto denominar le terre che rimangono dietro queste dighe col nome di *terre redente*, perocchè non sono più sommerse come prima.

Aggiugnerò che mediante i sostegni si sono disseccate paludi impraticabili, divenute poscia pascoli eccellenti; che si pervenne ad irrigare aride campagne che produssero in seguito considerevoli entrate per la facilità appunto di poterle innaffiare.

Non finirei giammai se volessi enumerare gli usi diversi dei sostegni e la necessità della loro costruzione per per dar moto a tante specie di mulini, divenute l'anima di tante diverse manifatture, e la maggior parte ignorate dagli antichi, in difetto d'aver saputo tirare dall'acqua tutto il vantaggio di cui era suscettibile per muovere delle macchine che la forza degli animali non avrebbe potuto far agire se non con insormontabile dispendio.

113. Per facilitare l'intelligenza dei Capitoli seguenti parmi che convenga spiegare prima di tutto le principali parti d'un sostegno, acciò quelli che non ne hanno che una debole conoscenza sieno in istato d'intendermi meglio.

Le parti principali di un sostegno grande ad uso del mare si riducono a quattro.

La prima, i fondamenti che si stendono per tutto lo spazio che occupa e che esigono di essere costrutti con maggior cura ed intelligenza di quelli di ogni altr'opera, poichè da essi dipende la solidità delle chiaviche che non sussisterebbero a lungo in buono stato, trascurandone l'esecuzione.

La seconda comprende le spalle di murazione che pure esigono molta accuratezza per essere costrutte solidamente.

La terza la platea o pavimento del sostegno, con tutto ciò che l'accompagna.

La quarta finalmente, le porte coi loro accessorj.

114. Per quanto sia mal fermo il terreno in cui si vuol costruire un sostegno, per la sua fondazione s'impiega uno o più graticci di grosso legname posati gli uni su gli altri, le cui cellule o cassettoni si riempiono di muratura; il tutto è rinserrato in una cassa di palanche piantate a rifiuto di maglio; e se il terreno è di pessima qualità si comincia col palafittare lo spazio che deve essere occupato dalle spalle e dalle soglie delle porte; si piantano pure altri ranghi di palanche sotto la platea ov'è da temere che l'acqua s'introduca pel di sotto.

Dopo che le fondazioni sono ben appianate si tracciano le spalle cercando dare ad esse uno spessore proporzionato all'altezza dell'acqua di cui dovranno sostenere la spinta, e di fortificarle ancora con contrafforti situati ad una giusta distanza. Talvolta nella grossezza di ciascuna spalla si pratica un picciolo acquidotto chiamato pertugio avente una paratoja ad incastro nel mezzo per far passar l'acqua da una parte all'altra della chiusa senz'essere costretti ad aprire le porte.

115. Tracciando le faccie delle spalle si ha cura di praticarvi delle incavature dette imposte per ricevere le porte quando sono aperte, acciò non formino ostacolo al passaggio delle navi. Nelle stesse faccie si praticano degli incastri per collocarvi le teste di un gran numero di travi sovrapposte le une alle altre e destinate a formare una cassa che si riempie di argilla per formar una tura della parte di sopra o di sotto o da entrambe, quando si vuol tener asciutta la chiusa per qualche riparazione o alla platea od ai portoni.

Nelle grandi chiuse le spalle terminano a coda di rondine onde avere una dilatazione o trombatura che facilita l'ingresso e l'uscita dell'acqua allorchè ve ne deve passare in gran copia, sia per vuotare sia per empiere un bacino, una forma od un canale, ed impedire in egual tempo che l'acqua passi dietro le spalle stesse per scalzarle, il che ne cagionerebbe la ruina ben presto; perciò si legano d'ordinario con ripe di murazione o di legname, riempiute al di dentro di argilla per opporsi ai progressi dell'acqua che vi si volesse introdurre.

Il tavolato che forma la platea di un sostegno o chiavica vuol pure essere lavorato con molta accuratezza come pure la capriata che deve servire di battuta ai portoni. Le estremità della platea sono munite di varj graticci posati su molti strati di fascinoni infissi con piccioli pali, e le cellette di tali graticci sono piene di ciottoli; il tutto componendo insieme ciò che si chiama platea secondaria, la quale serve a guarentire quella della chiusa dai danni che potrebbero recarvi le infossature dell'acqua.

116. Le grandi chiaviche si chindono come abbiam detto con porte piane o bombate, appoggiate inferiormente ad un'armatura di travi commesse in un monaco, che serve a mantenerla inalterabile; il restante dell'altezza delle porte si puntella reciprocamente nelle loro congiunzioni ove i battenti sono tagliati in isbieco; allora così unite formano uno sporto a guisa di tagliaghiaccio; e quando sono in tale situazione da una parte e dall'altra rinchiudono con lo spazio delle spalle che ne segna la larghezza una capacità esagona che si chiama camera della chiusa. È duopo di molt'arte ed intelligenza per rendere queste porte capaci di forte resistenza senza sopraccaricarle di quantità superflua di legno; la loro perfezione si riduce ad un sistema ben inteso; e ciò faremo osservare quando tratteremo specialmente quest'argomento.

117. Quando non si vuol praticare de' pertugi nelle spalle di una chiavica nella parte inferiore di ciascun'imposta si apre uno sportello per far passare da una parte all'altra la quantità d'acqua che si vuole secondo la necessità. Questi sportelli si chiudono con picciole paratoje che s'innalzano e si abbassano mediante i ramponi piantati nella traversa superiore.

Per facilitare il passaggio da una parte all'altra della chiusa si fa un ponte girante che si piega per lasciar passare le navi alberate; quando la chiusa è molto larga questo ponte è composto di due parti che si appoggiano e rotano sull'eminenza di ciascuna spalla a tal uopo costrutta.

Indipendentemente da questo ponte se ne fa un altro picciolo alla sommità di ciascuna porta per uso del custode del sostegno; si forma col dare alla traversa superiore una larghezza di qualche pollice maggiore di quella delle altre acciò un uomo vi possa passare appoggiato ad un parapetto sostenuto da ritti, che a tale uopo eccedono di 4 piedi l'altezza delle porte: nelle

chiuse mediocri si limita ad una tavola posata lungo ciascuna porta sopra appoggi di ferro.

Non parlerò degli argani che servono al maneggio di una grande chiavica per aprirne e chiuderne i portoni e nemmeno delle altre cose molte, che non possono essere intese bene che per dettagli circostanziati poco convenienti ad un discorso preliminare ove non trattasi che di dare una semplice idea delle parti principali che entrano nella formazione di una chiusa, riserbandoci a spiegarle più ampiamente quando si tratterà di insegnare quanto spetta alla loro costruzione.

118. Per dar qualche cenno dell'uso di una chiavica come questa, si può supporre situata all'imboccatura del bacino di un porto dell'oceano per tenere i vascelli a galla tenendo chiuse le porte che guardano il bacino affinchè l'acqua che vi si trova rimanga allo stesso livello in qualunque siasi tempo a meno che non ve se ne faccia sgorgare aprendo le paratoje degli sportelli.

Se si ha motivo di mantener secco il bacino si chiudono in tempo di bassa marea le porte verso di esso, per impedire che risalendo non passi oltre; che se avvenisse che da una parte e dall'altra le porte fossero aggravate e la camera della chiavica fosse asciutta, in tal caso non si potrebbero aprir le porte per la difficoltà di vincere il peso dell'acqua; allora si empie la camera aprendo le paratoje dei portelli che sostengono la maggiore altezza dell'acqua per equilibrarla da ogni parte.

La stessa chiavica potrebbe anche servire all'imboccatura di un fiume o di un canale corrispondente ad un porto di mare per facilitare il passaggio ai bastimenti o far sgorgare le acque del paese quando il mare è basso aprendo tutte le porte; o per inondarlo lasciando entrare le maree all'altezza che si vorrà, tenendo aperte o chiuse le porte della chiavica secondo lo stato del mare.

CAPO QUARTO

MODO DI DETERMINARE GENERALMENTE LE PROPORZIONI DELLE CHIUSE.

119. Per trovare le proporzioni delle grandi chiuse o sostegni, bisogna primieramente stabilire una regola generale che servirà di fondamento a tutto il resto; essa riducesi a conoscere la larghezza che le si vuol dare fra le spalle onde determinare le altre parti: ma siccome questa larghezza dipende dall' uso a cui si destina la chiusa da costruire, bisogna sapere in qual luogo deve essere situata; se all' imboccatura del bacino di un porto di mare, di una forma, ovvero sopra un fiume, od un canale di comunicazione. Se essa è all' imboccatura di un bacino, o di una forma, la sua larghezza deve dipendere dalle dimensioni dei più grossi vascelli che vi debbono passare; e se è fatta sopra un fiume o canale, dipenderà dalla grandezza massima delle barche che si usano nel paese; parimenti onde determinare l'altezza delle spalle o la profondità della platea, bisogna anche conoscere quant' acqua peschino tali navi onde averne sempre quantità sufficiente. E ciò vedesi nella spiegazione delle tabelle che si espongono a piedi del seguente articolo.

120. La prima indica la lunghezza e la larghezza delle grandi navi; la seconda quelle delle piccole; la terza quelle delle navi a remi, e la quarta quelle delle barche che navigano comunemente sui fiumi.

Mediante queste quattro tavole sarà facile regolare la larghezza delle chiuse, mentre se si volesse farne una abbastanza spaziosa per dar passaggio ai grandi vascelli, si troverà la larghezza di quelli di primo ordine e così degli altri. Sarà lo stesso per le barche; ma per saper meglio qual debba essere la larghezza delle chiuse convenienti al passaggio dei bastimenti, e l'agio necessario perchè succeda comodamente, si potrà far uso della Tavola quinta che è generale per tutte le grandi chiuse. Riguardo all' altezza delle spalle sopra la platea si troverà nella sesta Tavola quella che conviene dare ad esse relativamente alla larghezza delle chiuse, e si potrà giudicare dell' aggiustatezza di quest' ultima per mezzo dell' ottava che indica quant' acqua pescano i vascelli di ogni specie col loro carico.

La settima serve a conoscere la portata de' vascelli reali, e quella di tutti gli altri navigli da fiume; osservando che in termine di marina chiamasi *tonnellata* un peso di 2000 libbre; quindi allorchè si dice che un vascello è della portata di 800 tonnellate, intendesi che è capace di un peso di 1600000 libbre.

Benchè non sia punto necessario di assoggettare le proporzioni delle chiuse a quella precisione che si osserva nell'Architettura Civile, ov'è necessario che tutte le parti abbiano fra loro un certo rapporto onde la vista ed il gusto sieno pienameute soddisfatti, debbonsi nondimeno aver certi principj, che dedotti da quanto l'esperienza ha fatto conoscere di meglio, servano di regola generale per eseguire con tutta sicurezza i più grandi progetti. E siccome le massime d'architettura sono state dedotte dai più begli edificj antichi, così quelle che io do lo sono dalle chiuse che fecero migliore riuscita.

TAVOLA I.

Misura dei vascelli grandi.

Rango dei vascelli.	Lunghezza		Larghezza	
	piedi	metri	piedi	metri
Primo rango	161	52.29	44	14.29
	151	49.04	41	13.31
	149	48.09	40, 6	13.15
Secondo rango	147	47.44	40	12.99
	145	46.79	39. 2	12.42
Terzo rango	138	44.52	36, 9	11.94
	133	42.90	35, 3	11.45
	130	41.93	34	11.05
Quarto rango	117	38.30	31	10.32
	114	37.03	30	9.75
Quinto rango	111	36.06	28	9.10
	100	32.48	25	8.13
	95	31.26	24	7.81
Pinchi	116	37.68	25	8.13
	100	32.48	23	7.49
	76	24 69	19	6.16

TAVOLA II.

Misura delle piccole navi.

Nomenclatura delle navi.	Lunghezza		Larghezza	
	piedi	metri	piedi	metri
Fregata leggera	90 78	29.24 25.34	22, 6 20	7.31 6.50
Brulotto	108 50	35.18 16.24	26 12	8.45 3.90
Corvetta	56	18.19	18	5.85
Barca	50	16.24	16, 8	5.41
Barca lunga	40	12.99	10	3.25
Tartana	45	14.61	15	4.87
Orca	50	16.24	16, 6	5.36
Gribana	60	19.49	17	5.52
Heu	60	16.49	18, 6	6.01
Belandra	30	9.75	6	1.95
Chiatta	50	16.24	16, 6	5.36
——— per la pesca	50	16.24	17	5.52
Alibo o Alleggio	42	13.64	14	4.55
Traversiera	40	12.99	13, 6	4.33
Iacht	36	11.70	15, 8	5.09
Galiotta	55	17.86	16	5.20
Marsigliana	50	16.24	16	5.20
Flibotto	50	16.24	18	5.85
Caravella	55	17.86	18, 8	6.07
Saica	60	19.49	16	5.20
Fusto	56	18.18	18	5.85
Smaca	34	11.05	7, 6	2.43
Patascia	30	9.75	7	2.27
Scialuppa	29	9.43	6, 6	2.11
Canotti	25 21	8.13 6.82	6 5, 3	1.95 1.70

TAVOLA III.

Dimensione delle navi a remi.

Nome delle navi.	Lunghezza		Larghezza	
	misurate all'esterno.			
	piedi	metri	piedi	metri
Galera	132	42.88	18	5.85
Galeazza	160	51.97	42	13.61
Galiotta	50	16.24	10	3.25
Brigantino	50	16.24	10	3.25

TAVOLA IV.

Dimensione delle navi fluviali.

Nome delle navi.	Lunghezza		Larghezza	
	misurate all'esterno.			
	piedi	metri	piedi	metri
Foncetta di Normandia . .	27	8.77	28	9.09
——— grande di Picardia	22 21	7.14 6.82	23 22	7.47 7.14
——— piccola *idem* . .	19 18 13	6.16 5.85 4.22	20 19 14	6.50 6.16 4.55
Costiera	12	3.90	18	5.85
Piatta	12 $\frac{1}{2}$	4.06	13, 6	4.38
Fletta	58 56	18.84 18.19.	8 7	2.60 2.27
Barchetta	38 40	12.32 12.99	5	1,62
Cocq	24	7.80	5	1.62
Filadiere	30	9.75	5, 6	1.78
Battelletti	21	6.82	4	1.30

TAVOLA V.

Larghezza delle chiuse destinate per forme e bacini; pel passaggio di bastimenti e navi, e per inondazioni.

Servizio delle chiuse.	Bastimenti e navi.	Larghezza fra le ali. piedi	Larghezza fra le ali. metri
Chiuse pei vascelli di	Primo rango	48	15.59
		45	14.61
	Secondo rango	42	13.64
	Terzo rango	40	12.99
		36	11.75
	Quarto rango.	34	11.05
	Quinto rango	30	9.75
		27	8.77
Chiuse per gli altri piccoli bastimenti	Ultimo rango	18	5.85
		12	3.90
Chiuse per le gabarre, od altre piccole navi	A remi	21	6.82
		12	3.90
Chiuse pei battelli	Foncette.	30	9.75
		24	7.80
		21	6.82
		18	5,85
	Costiera	21	6,82
	Piatte	16	5.20
	Piccola	15	4.87
		12	3.90
		9	2.92
Chiuse per le inondazioni.		36	11.75
		30	9.75
		24	7.80
		18	5.85
		12	3.90

TAVOLA VI.

Altezza dei muri delle chiuse secondo le loro diverse larghezze.

Lunghezza delle chiuse.		Altezza delle ali sopra la platea.		Lunghezza delle chiuse.		Altezza delle ali sopra la platea.	
piedi	metri	piedi	metri	piedi	metri	piedi	metri
48	15.59	30	9.75	21	6.82	18	5.85
45	14.61	28	9.09			16	5.20
42	13.64	25	8.13	18	5.85	16	5.20
		24	7.80			15	4.87
40	12.99	22	7.14	16	5.20	15	4.87
		23	7.47	15	4.87	15	4.87
36	11.75	21	6.82			14	4.55
		20	6.50	14	4.55	14	4.55
34	11.05	02	6.50			12	3.90
30	9.73	20	6.50	12	3.90	12	3.90
		18	5.85			12	3.90
27	8.77	18	5.85	9	2.92	10	3.25
24	7.80	18	5.85			9	2.92
				6	1.95	9	1.95
						6	2.92

TAVOLA VII.

Portata dei vascelli da guerra e dei battelli più comuni, valutata in tonnellate di 20 quintali.

Denominazione dei navigli.	Tonnellate.	Migliaia metriche.
Vascelli di primo rango	2500	2447.63
——— primo rango del second' ordine	1750	1613.27
——— secondo rango	1500	1468.51
——— terzo rango	1220	1194.39
——— quarto rango	900	881.11
——— quinto rango	500	489.50
Fregate	400	391.60
Foneette	300	293.70
	700	685.30
Costiere	50	48.95
	100	97.90
Piatte	30	29.37
	40	39.16
Flette	20	19.58
	38	29.37
Barchette	10	9.79
	15	14.69

TAVOLA VIII.

Immersione dei vascelli di ogni specie col loro carico.

Denominazione.	Immersione. piedi	Immersione. metri
Vascelli di primo rango	25	8.13
	24	7.80
——— secondo rango	23	7.47
	22	7.14
——— terzo rango	22	7.14
	21	6.82
——— quarto rango	21	6.82
	20	6.50
——— quinto rango	20	6.50
	18	5.85
Pinchi grandi e fregate	22	7.14
	20	6.50
Gabarre e fregate leggere	18	5.85
	15	4.87
	12	3.90
Galeazze	24	7.80
	25	8.13
	15	4.87
Galiotte e barche	12	3.90
	10	3.25
	9	2.92
	6	1.95
Battelli. Grandi fonette	7	2.27
	6	1.95
——— Costiere e piatte	5	1.62
——— Flette e barchette	4	1.30
	3	0.97

121. Per tracciare una grande chiusa destinata al passaggio de'vascelli, bisogna primieramente condurre la linea A*a* (tav. 5), che deve determinarne la larghezza fra le spalle; dividerla in 12 parti eguali, ognuna delle quali si chiamerà *modulo* per evitare il nome equivoco di parte; poscia si faranno due scale, la prima composta di moduli e la seconda di tese, piedi e pollici, acciò volendo si possano tradurre i moduli nelle misure ordinarie delle quali si fa uso nelle costruzioni. Per determinare le parti di questa seconda scala bisogna conoscere la larghezza che si vuol dare alla chiusa rapporto all'uso di essa, secondo ciò che si è detto preceden-

temente: supponendola di 42 piedi si troverà che ciascun modulo della prima scala vale 3 piedi e 6 pollici, il che è evidente poichè la dodicesima parte di 42 è 3 1/2. Così la prima scala servirà a regolare in modo generale le proporzioni e la seconda a conoscerle in particolare. Sarà lo stesso di tutte le chiuse che si vorranno tracciare, osservando che qualunque ne possa essere la larghezza, il modulo sarà sempre di tanti pollici quanti piedi avrà la larghezza. Ciò posto, pel mezzo di A *a* si conduca la linea M *m* che tagli la precedente ad angolo retto; si faccia la parte O M verso il mare di 30 moduli, cioè due volte e mezzo la larghezza A *a*. Si faccia O *m* verso terra di 27 moduli, ovvero 2 volte e un quarto la larghezza. Allora la linea O *m* che mostra la lunghezza della chiusa, di 57 moduli, sarà quadrupla della sua larghezza più 3/4 della larghezza stessa.

Per avere la lunghezza delle spalle H *h*, ed I *i* è nessario, dopo aver condotte pei punti A, *a*, le linee X *x*, Y *y*, parallele ad M *m*, prendere verso mare le parti A H, *a* I, ciascuna di 21 moduli, e dall' altra le parti A *h*, *a i*, di 18 soltanto.

Condotte pei punti M *m*, le parallele K L, *k l*, alla linea A *a*, esse termineranno la chiusa e serviranno a tracciare le ali o i dilatamenti H K, *h* k, che sono da una parte e l' altra le stesse. Si troveranno facendo X K ed *x k* di 7 moduli per avere i punti K *k*. In quanto alle faccie K P, *k p* chiamate teste, bisogna dare ad esse 6 moduli almeno.

122. Se abbiamo fatto O N di 21 moduli ed *o n* di 18 soltanto, fu perchè la prima parte della lunghezza delle spalle sia bastantemente estesa per servire di appoggio alla metà del ponte rotante che si suol fare per passar da una parte all' altra della chiusa: altrimenti avrebbero bastato 18 moduli soltanto da una parte come dall' altra per facilitare le manovre degli operaj che sono costretti talvolta a lavorare fra la tura e la camera della chiusa per riparare i portoni. E siccome quelli che guardano il mare sono più soggetti ai guasti che non gli altri, si colloca il ponte da quella parte onde trar profitto dall' impeto che produce.

Segue dall' osservazione precedente che quando si potrà fare a meno di un ponte rotante basterà dare 36 moduli alla lunghezza N *n*, o farla il triplo della larghezza della chiusa. E siccome abbiamo dato 9 moduli a ciascuna delle parti M N, *m n*, vedesi che tutta la lunghezza M *m* della chiusa sarebbe allora quattro volte e mezzo la sua larghezza A *a*, che è la più bella proporzione che si possa dare a quelle di questa specie.

123. Per tracciare i portoni dal centro O, bisogna descrivere un cerchio avente per raggio sette moduli, la cui circonferenza tagliando le faccie delle spalle darà i punti B, *b*, e C, *c*; poscia prendendo i punti D, *d*, distanti dal centro ciascuno moduli 6, si condurranno le linee *b d*, B D, e D C, *d c*, che daranno la posizione dei portoni.

Per maggiore facilità si può anche descrivere la camera della chiavica. C D B, *c d b*, facendo B *b*, C *c*, di 7 moduli ognuna, e prendere la posizione dei punti D, *d*, allontanandoli ciascuno di 6 moduli dal centro O, il che dà precisamente la stessa cosa come nell' articolo precedente. Allora le perpendicolari F D, *f d*, che indicano la lunghezza del monaco o lo sporto dell' angolo dei portoni, si trovano circa il quinto della larghezza A *a* della chiusa, il che è una regola generale che si può seguire per tutte le chiuse a portoni ad angolo di qualunque larghezza sieno; mentre finora

questo sporto è stato arbitrario e spinto talvolta ad eguagliare fino la metà della stessa larghezza. Da ciò proviene che per non aver seguito regole uniformi nel tracciamento delle grandi chiuse, dubito che se ne incontrino due in Europa perfettamente simili, quantunque destinate allo stesso fine; perocchè nessuno si è dato la pena di trattare convenevolmente questo soggetto.

124. Acciò le porte delle grandi chiaviche sostengano meglio il peso dell'acqua è comune opinione che abbiano più forza facendole curve invece di piane. Siccome nel Capo quinto dimostrerò a qual regola bisogni attenersi non mi trattengo in questo luogo lasciando libera la scelta; perciò ho supposto che i battitoj B D, *b d* siensi formati pei portoni curvi. Per descriverli bisogna dal mezzo delle corde B D, *bd*, innalzare le perpendicolari E *e*, ciascuna di 9 pollici quando si tratterà di grandi chiuse destinate alle forme od ai bacini, e diminuirle in proporzione che queste chiuse saranno meno larghe. Si troveranno i centri G, *g*, delle porzioni di cerchio di cui parliamo col metodo usato, quando si vuol far passare un cerchio per tre punti B, *e*, D; dopo di che si avrà il valore del raggio servendosi della scala della pianta o di una regola di geometria, poichè non si ha che da dividere il valore del quadrato della linea E B per la perpendicolare E *e*; il quoziente darà ciò che manca a questa perpendicolare per eguagliare il diametro totale dell'arco B *e* D.

125. Per avere gl'incavi in cui debbono essere collocate le porte bisogna prendere le parti D Q e *d q*, ciascuna di cinque moduli; condurre pei punti Q, *q* le parallele T V, *t v* alla linea A *a*, dividere le linee T B e *b t* in due parti eguali nei punti R, S; innalzare le perpendicolari R 2 ed S 4, ciascuna proporzionata alla maggior grossezza della parte di mezzo dei portoni; il che deve essere relativo alla loro larghezza ed altezza od alla spinta dell'acqua. Che se questi portoni debbono essere curvi, si prolungheranno le perpendicolari precedenti per avere le linee 2 *r* e 4 *s*, ciascuna eguale al raggio G E o *g e*; e dai punti *r* ed *s*, come centri, si descriveranno le incavature curvilinee che si determineranno descrivendo dal punto B e coll'intervallo B D una porzione di cerchio D *g* che è il cammino percorso da uno dei portoni quando si apre e si chiude.

Gl'incastri od incavature 5, 6, per le porte piane si fanno di 2 piedi e 1/2 per le grandi chiaviche e di due piedi soltanto nelle medie. In un modo o nell'altro non si danno alle linee T 10, o V 7 che 3/4 di questa incavatura del pari che nelle linee 10, 9, e 7, 8, osservando di fare un raddolcimento nei punti 8, 6.

Gl'incastri Z, *z* servendo alle ture si fanno ognuno di un piede quadrato per le grandi chiaviche e di nove pollici soltanto per le medie; la prima è distante dall'angolo H due moduli e la seconda 5; quindi la tura si troverà avere tre moduli di spessore; cioè circa piedi 10 1/2 per le grandi chiaviche.

126. Quando si vogliono praticare de' piccoli acquidotti nella grossezza delle spalle per far passare l'acqua da una parte all'altra della chiusa senz'aprire le porte, si possono essi tracciare in due modi, ad arco di cerchio come vedesi in 13, 14, 15, od a spezzate come in 16, 17 e 18. La forma circolare conviene meglio della precedente, perocchè l'acqua non incontrando verun angolo che l'arresti scorrendo impetuosamente, striscia con più facilità lungo la murazione; ma in qualunque modo si facciano si dà

sempre ad essi la larghezza di un modulo nelle grandi chiuse. Quando si fanno curvilinei si prende per centro il punto O; e col raggio O, 3o di 9 moduli si descrive l'arco minore; per descrivere il maggiore si prende il raggio di 10 moduli. Allora il solido di murazione che separa l'acquidotto dalla camera ha tre moduli nella maggior grossezza, e l'acquidotto un modulo di larghezza.

Quando si vogliono fare tale acquidotti a spezzate si danno del pari tre moduli di spessore al solido di murazione che li separa della camera della chiusa; e si fa la loro imboccatura di un modulo e mezzo di larghezza affiochè l'acqua vi s'introduca meglio. D'altronde basta abbattere gli angoli interni del muro di cui parlo in modo che abbiano una faccia larga un modulo e mezzo circa.

127. Vi è qualche difficoltà nel dedurre dalle più belle chiaviche finora eseguite una regola generale per determinare la grossezza delle spalle atteso le differenze che si trovano in quelle che hanno la stessa larghezza ed altezza d'acqua sopra la platea, benchè la murazione sia egualmente buona; perocchè non sarebbe maraviglia che nei luoghi ove i materiali non sono di eccellente qualità, si avesse dato per questa ragione maggior spessore ai muri di cui parliamo che non alle altre. Bisogna qui fare astrazione da ciò che può insegnare la teorica su la spinta dell'acqua contro i muri che la sostengono, per non riferirsi che ad una sperienza illuminata, tanto più che le opere esposte alle spinte del mare sono soggette ad accidenti cui bisogna prevedere e bisogna ben guardarsi dal seguire una troppo stretta economia.

Riflettuto materialmente sopra un argomento così importante, mi è sembrato che con tutta sicurezza si potrebbe fare lo spessore delle spalle eguale all'altezza del massimo delle acque che debbono passare sopra la platea di una chiusa, specialmente in quelle che sono destinate pei vascelli, regola che mi sembra giudiziosissima come si giudicherà dal seguente Capitolo, invece di assoggettare questo spessore alla larghezza delle chiuse, come avrebbero voluto varie persone dell'arte; poichè spesse volte una chiusa larga soli 26 piedi sostiene tant'acqua come quelle che ne hanno fino 46; come è avvenuto a Mardick e alla chiusa di Ostenda. Sarebbe ridicolo d'altronde regolarsi in tal modo nelle chiuse destinate alle inondazioni, alle quali talvolta si dà molta larghezza per facilitare il passaggio delle escrescenze che sopravvengono in certe stagioni, benchè non salgano mai se non ad un'altezza mediocre sopra la platea nel tempo stesso che si ritengono quelle di un fiume per sommergere il paese che si vuol levare all'inimico.

128. Si possono prendere adunque le misure riferite nell'ottava Tavola per determinare lo spessore delle spalle delle chiaviche, le cui larghezze sono comprese nella Quinta. Se per esempio si trattasse di una chiavica larga 42 piedi pel passaggio dei vascelli di secondo rango bisognerebbe cercare nella Tavola ottava il numero che corrisponde all'immersione dei vascelli di questa specie, e si troveranno 22 ai 23 piedi. Si prenderà il maggiore di questi due cioè 23 piedi per la grossezza delle spalle al di sopra della loro fondazione; alla qual regola mi sono conformato per la pianta della chiavica di cui qui offro il disegno; il che corrisponde esattamente a quanto fu osservato nell'antica chiusa del bacino di Dunkerque e in varie altre famose del pari che mi servirono a convalidare la regola da me

stabilita. D'altronde lascio alla prudenza di coloro che dovranno costruire delle chiuse l'aumentare o il diminuire i muri di cui parliamo secondo la natura dei materiali che avranno l'occasione d'impiegare. In quanto all'altezza delle spalle, basta che ecceda di tre piedi quella delle massime acque che debbono passare su la platea, acciò la piattaforma che è intorno alla chiusa sia sempre asciutta.

129. La lunghezza dei contrafforti si fa d'ordinario eguale allo spessore del muro delle spalle; siccome sono essi più stretti alla coda che alla radice, si divide la loro lunghezza 6, 7, in quattro parti eguali, tre delle quali si danno alla radice e due alla coda. Per regolarne l'intervallo si può lasciare uno spazio 5, 4, 8 e 10, eguale ad uno di questi contrafforti rovesciato; cioè che 5, 10 sia la metà di 11, 9, e che la distanza da 4 in 8 ne sia i 3/4; allora si possono fare 5 contrafforti; ma siccome questa distanza non è di grande conseguenza per la bontà dell'opera, dando ai contrafforti le stesse proporzioni si potrebbe farne 4 invece di 5 e spaziarli del pari. Nondimeno quando si costruiscono picciole chiaviche nelle spalle, come 13, 14, 15, ovvero 16, 17, 18, perchè queste le indeboliscono alquanto, giova fare un contrafforto in 19 e regolare il numero e la distanza degli altri come si giudicherà opportuno; od anche fare due contrafforti 20 21, 23 e 24, corrispondenti alla camera della chiusa per servire a fermare le chiavi dei tiranti di ferro che ritengono i collari dei portoni come in seguito faremo vedere; e per operare più comodamente, di questi due contrafforti se ne può fare uno sòlo, riempiendo di murazione lo spazio 21, 22, 23; il che da un aumento di spesa, ma non si potrebbe impiegarla meglio per la solidità dell'opera; così si è praticato nella maggior parte delle grandi chiuse costrutte in questi ultimi tempi.

130. Quando una chiusa deve avere un ponte rotante, nel tracciare la sua fondazione bisogna segnare a destra ed a sinistra la base di un masso per la piattaforma su la quale deve agire ciascuna metà del ponte; perciò si fa un contrafforte disposto ad arco di cerchio che si regola secondo il cammino che percorrerà la coscia che deve sostenere; ed a ciò importa aver riguardo disegnando le piante del progetto. Per intendere più perfettamente la chiusa da me descritta bisogna considerare l'elevazione che rappresenta quella di uno de'suoi lati. Il mezzo della platea che sembra un poco più elevato del resto al di sopra delle lettere B, *b*, è la picciola strada della camera. Vedesi pure a lato delle stesse lettere l'ingresso e l'uscita dell'acquidotto. Finalmente se si osservano le altre lettere che sono lungo l'elevazione, e si cercano su la pianta, vedrassi tratto per tratto il giusto rapporto delle parti dell'una con quelle dell'altra.

131. Non avendo parlato che leggermente della situazione delle ralle e di varie altre particolarità che non si sono potute vedere distintamente nel precedente disegno a cagione della sua picciolezza, ho dato su la Tavola 7, la 1 figura che dimostra in grande in qual modo bisogni tracciare i contorni circolari che si trovano nella parte 13, B della Tavola quinta. Per averne una perfetta intelligenza, sappiasi che il punto Q è lo stesso del punto B per cui passa la circonferenza del cerchio che ha servito a formare la camera; per conseguenza la linea Q V rappresenta una parte della faccia B *b* di una delle spalle: ciò posto, sul prolungamento di V Q fa duopo prendere Q R eguale ad un modulo; cioè alla dodicesima parte della

larghezza della chiusa; poscia fare il quadrato Q R *a b*, e dividere ciascun lato in sette parti eguali, che serviranno a disegnare tutte le linee di cui si parla.

Per determinare la posizione della ralla e descrivere l'incavatura circolare *h n t*, ove deve essere allogato il perno dei portoni, bisogna fare la linea Q *f* eguale a 3 parti; dividere la terza *f g* in due eguali nel punto e; e da questo punto come centro descrivere un cerchio il cui raggio sia eguale ad una parte; la circonferenza di questo cerchio che qui si vede punteggiata indicherà lo spazio che deve occupare il perno. Si farà poscia Q *d* eguale ad una parte, s'innalzerà la perpendicolare *d c*, di 2/3 di parte soltanto per servir di raggio al cerchio *t d*; si farà Q *h* eguale a quattro parti e dal punto *h* fino al punto *t* si traccierà l'infossatura *h n t*, di modo che vi sia circa una linea di agio fra il perno e la muratura.

Condutta la linea *h i*, paralella a Q R si prenderà *i k* eguale ad una parte; si farà il picciolo triangolo rettangolo *k l m* in guisa che *k l* ed *l m*, siano la metà di *k i*; e si condurranno le linee *k m*, *m b*; poscia pel punto *k* si condurrà *k u* perpendicolare ad *a i*, che si farà eguale a due parti; e sopra l'estremità *u* s'innalzerà un' altra perpendicolare *u* o eguale ad una parte e mezzo. Finalmente dal punto o, e coll' intervallo o *u* si descriverà un cerchio la cui circonferenza venendo ad incontrare la curvatura *r s* del canale dell' acquidotto praticato in una delle spalle si avrà la curva *r x u*, che deve praticarsi in questo punto.

132. Siccome la perpendicolare R *k* determina la profondità dell' incavo praticato nelle spalle per allogare le porte quando sono aperte, vedesi che quest' infossatura è in questo caso i 5/7 di un modulo o presso a poco $\frac{1}{7}$ della totale larghezza della chiusa, perocchè $\frac{5}{7} \times \frac{1}{12} = \frac{5}{84}$, ovvero $\frac{1}{17}$, che dà 30 pollici per ciascuna incavatura per una chiusa larga 42 piedi; il che è conforme a quanto si è precedentemente prescritto circa le grandi chiuse di mare.

Quando si sappia di dover adoperare delle porte rotanti nelle imposte delle altre bisogna osservar bene di dare bastante infossatura per allogarle, per timore che essendo aperte non sporgano oltre le parete e ne restringano il passaggio come è avvenuto nella chiusa di Mardick, ove il grande passaggio che era di 44 piedi si trovava ridotto a 42 ed 8 pollici quando le porte erano aperte.

Ecco le proporzioni più convenienti che si possano dare a tutte queste parti, che sono essenziali quantunque sembrino poca cosa; ma quando si tratta dell'esecuzione, a meno che non siensi prese bene tutte le misure, si corre rischio di commettere grandi sbagli che non si riparano che a stento e che procedono in questo caso come in tanti altri dal non aver fatta attenzione a picciuli oggetti, i quali non trovandosi nella proporzione che loro conviene col resto od offendono l'occhio o divengono un ostacolo all' azione delle macchine.

133. Per rendere ragione dei motivi che c' impegnarono a dare un certo determinato numero di moduli a ciascuna parte di questa chiavica affinchè si possano aumentare o diminuire secondo il bisogno, poichè qui non si tratta che di regole di convenienza che non hanno nulla di positivo per sè stesse, si osserverà che nella supposizione che si facesse un acquidotto cir-

colare in ciascuna spalla non si è potuto dare meno di 7 moduli all'intervallo B, *b* nelle basse; altrimenti il dado B 30 *b*, sarebbe stato troppo debole; perciò il raggio dell'arco 13, 15, è stato fatto di 9 moduli; perocchè avendone 6 da O in A ne restano 3 per la grossezza A, 14; d'onde risulta che senza questo acquidotto si sarebbe potuto fare la camera della chiusa più stretta uon dando che 5 moduli alla parte B *b*.

134. Riguardo allo sporto *f, d* dei battitoj, che dicemmo dover essere la quinta parte della larghezza A *a* della chiusa, questa misura è la più conveniente che loro si potrebbe dare perchè in tal modo i portoni si puntellano bene: invece se l'angolo ch'essi formano fosse molto più ottuso, il che succederebbe diminuendo il monaco *f d*, esse potrebbero non essere così solide alla loro congiunzione.

Se invece si desse maggior lunghezza al monaco, ogni imposta come *b* 31, avrebbe maggior lunghezza onde sarebbe più debole a meno che non si aumentasse in proporzione la forza dei legnami. In tal caso i portoni diverrebbero assai più pesanti e più difficili da maneggiare senza tirarne alcun sensibile vantaggio; perocchè giova osservare che gli sforzi di tali portoni sono non solo nella ragione della loro larghezza *b d*, *b* 13, quando l'altezza dell'acqua resta la stessa ma anche nel rapporto delle braccia di leva ad essi relativi d'onde nasce un rapporto composto di due ragioni eguali, ovvero come i quadrati delle stesse larghezze.

Se io ho dato 15 moduli all'intervallo O *n*, fu per avere ovunque dell'agio, principalmente da *d* in *p*, acciò i carpentieri possano lavorare comodamente alla riparazione dei portoni e coricarli all'uopo su la platea fra la camera della chiusa e la tura.

135. Circa le ture si è dato ad esse 3 moduli di spessore che fanno 10 piedi a 6 pollici per le grandi chiuse, il che basta contro i più grandi sforzi del mare; dovendo ciascuna di queste ture essere composta di un doppio rango di travi di 11 in 12 pollici di riquadratura e il loro intervallo pieno di argilla ben battuta. Siccome non conviene collocare gl'incastri *z* troppo vicini all'angolo *h*, li abbiamo allontanati di tre moduli acciò non fossero praticati nelle pietre di parete formanti questi angoli, le quali hanno molto a soffrire dalla parte dello sbocco delle acque.

Riguardo all'intervallo O N che abbiam fatto di 21 moduli mentre *o n* ne ha soli 18, ne abbiamo già detto la ragione che è quella di trovar posto per collocare la metà del ponte rotante, lungo ciascuna spalla; quindi si è dovuto avervi riguardo ed economizzar pure lo spazio destinato alla situazione degli organi che debbono servire al maneggio delle porte ed alle altre circostanze che si debbono prevedere quando si fa un progetto: altrimenti si cade nel caso dell'architetto che ha obliato la scala e non se ne avvede se non quando è innalzato il fabbricato, inconveniente in cui non cadono coloro che meditano a lungo su tutte le parti di un'opera prima di cominciarne l'esecuzione; accade ancora di frequente che dopo aver ben esaminato si accorgono troppo tardi anche i più abili che loro è sfuggito qualche cosa; perocchè lo spirito umano non capace sventuratamente di considerare che un picciol numero di oggetti ad un tempo, non li vede sempre quali sono in effetto mentre l'immaginaziona o il pregiudizio vi mettono sempre qualche cosa.

136. Le chiuse per le inondazioni possono anche essere costrutte se-

condo le regole da noi insegnate, che si possono modificare secondo le circostanze onde moltiplicare quant' è possibile le proprietà delle stesse chiuse riguardo ai luoghi della loro situazione ed anche ai progetti che si potrebbero avere in vista per l' avvenire.

Quando le chiuse debbono dar passaggio ad una grande quantità d'acqua ad un tempo per ottenere un efflusso più pronto, od inuondare in poco tempo un vasto territorio, vi si fanno due passaggi uno contro l' altro affinchè i portoni abbiano minor peso. Se due passaggi non bastano se ne fa un maggior numero separati da pile di murazione; allora per chiudere ciascuna si può adottare una meccanica particolare onde renderle proprie a differenti usi. Siccome basta una chiusa a due passaggi per dare un esempio delle proporzioni di esse, vedasi la figura 1, Tavola 6, che ne comprende una simile a quella di cui parliamo.

Divisa la larghezza I K della chiusa in dodici parti eguali ne abbiam dato 18 all' intervallo O A, che riguarda il paese; 13 da O in P per avere il centro P del semicerchio A R B, che serve a tracciare i battenti della seconda coppia di porte da noi supposte dalla parte del mare, situate ad una giusta distanza dalle prime F V G ond' avere dell' agio fra fra tutte e due. Abbiam poscia dato 21 moduli all' intervallo P C, per facilitare il maneggio del ponte rotante. D' onde segue che sopprimendo lo spazio V R di 13 moduli, in guisa che il punto R cada in V, questa chiusa diverrà simile affatto alla precedente ed avrà le stesse proporzioni poichè il suo disegno non differisce in nulla come puossi vedere, osservando i moduli che corrispondono a ciascuna parte.

137. Si suppone che questa chiavica sia situata all' imboccatura di un fiume o di un canale che si getta in mare; e che bisogni sostenerne le acque per servire alla navigazione, ad essiccare il paese nel tempo delle grandi escrescenze ed anche ad approfondare il canale di comunicazione fra la chiusa e la rada, come abbiam detto che si era fatto a Mardick.

Nelle spalle si sono praticati due acquidotti *a b c d, n o q r*, e nella pila il terzo *g k*, i cui rami *e f, h i, l m,* lo rendono comune ai due passaggi per gioco delle acque, col mezzo delle paratoje situate nei luoghi ove sono gl' incastri *b, c; e, f; g, h, i; l, m; o, p, q;* delle quali ecco l'uso.

Se si vuole senza aprire le grandi porte far passare nel mare l' acqua del paese o di un fiume quand' è basso, si chiudono le paratoje *h, i, p,* e si lasciano aperte tutte le altre; allora l' acqua passa liberamente per gli acquidotti *a b c d, g h, n o q r;* e quando il mare rimonta si chiudono le paratoje *c b, m q,* che l' impediscono di passar oltre.

Bisogna osservare che si sono messe doppie paratoje *b, g, o,* in ciascun acquidotto, perchè se le precedenti venissero a mancare per alcuna riparazione, se ne trovassero altre in loro luogo. In quanto alle paratoje *h, i, p,* servono esse ad introdurre l'acqua del mare in ciascun passaggio per sollievo delle porte.

138. Vedesi che a prenderla bene in questo caso si tratta di due sostegni accollati, ciascuno de' quali può avere la sua funzione: il primo, per esempio, servirà al passaggio dei grandi vascelli dal canale al mare e viceversa come in quello d' Ostenda: allora le acque dolci sono sostenute da un pajo di porte M E N soltanto, mentre dalla parte del mare abbiamo supposto una doppia chiusura F V G, A R B, per prevenire gli accidenti

che potrebbero succedere se non ve ne fosse che una; perocchè siccome nei novilunj e ne' plenilunj il mare su le coste dell' Oceano s' innalza fino a 24 piedi ed anche più negli equinozj, sommergerebbe interi territorj se queste porte mancassero al loro ufficio. Devesi anche osservare che queste doppie porte hanno il vantaggio di dividere fra loro quell' enorme peso d' acqua che una sola coppia dovrebbe sostenere; poichè se il passaggio avesse 40 piedi di larghezza e nelle acque vive il mare salisse 26 piedi sopra la platea, il solo peso dell' acqua sarebbe 973440 libbre, senza calcolare l' aumento di forza che dà ad essa l' agitazione delle onde. Si osservi che la stima che ne facciamo sarà sempre la stessa qualunque sia la figura di queste porte, curve o rette, ad angolo più o meno acuto, come proveremo nel seguente Capitolo.

139. Si osserverà che chiudendo le paratoje situate nei punti *c*, *g*. *m*, per non aprire se non quelle che corrispondono agl' incastri *l*, *h*, le maree entreranno nella camera A F G B, per salirvi all' altezza che si vorrà; ma se non si lascia entrare che all' altezza di 18 piedi e 4 pollici, e che immediatamente dopo si chiudono le due paratoje precedenti, ciascuna porta F V G, A R B, sosterrà esattamente la metà del peso totale dell' acqua; per conseguenza una spinta eguale a 486720 libbre, perocchè le spinte su le superficie della stessa larghezza sono fra loro come i quadrati dell' altezze dell' acqua; ed avviene in questo caso che il quadrato di 18 1/3 è presso a poco la metà di quello di 26. Ora siccomè l' acqua che è nella camera spinge egualmente in senso contrario le porte F V G, A R B, vi è dunque la metà della spinta cagionata dall' alta marea contro l' estremo delle porte A R B, che è in equilibrio con quella che sostengono internamente, che per la loro opposizione si distruggono; d' onde risulta equabilmente divisa la spinta totale, mentre se la camera fosse rimasta vuota, le prime porte A R B avrebbero sole sostenute tutto il peso; e se al contrario si empiesse la camera in modo che l' acqua fosse a livello col mare, le seconde F V G porterebbero da sole tutto il carico e le prime non sosterrebbero sforzo veruno. Siccome mi sono proposto di analizzare tutto ciò che è suscettibile di ragionamento, per abituare il lettore a fare lo stesso, non ho voluto lasciar sfuggire l' occasione di mostrare il doppio vantaggio che si traeva dalla duplicazione delle porte nelle chiuse, il che fra poco rischiarerò di più. E siccome continuerò con questo metodo nel corso di questa opera, non si maravigli nessuno se talvolta sembrerà che trascuri alcun che, mentre ciò non succederà senza scopo, di cui si sentirà il vantaggio a misura che gli oggetti che io tratto diverranno più famigliari; ed è anche per preparare la mente che sovente mi accade di presentare degli oggetti su cui do appena qualche cenno, ma che debbono considerarsi come semi che in seguito germoglieranno.

140. Riguardo all' altra parte della chiusa essa è presso a poco simile alla precedente; avendo anche supposto un pajo di porte Q S B, dalla parte del paese, una simile dalla parte del mare, e fra esse in T H una una sola porta rotante sopra un perno al piede di una trave che divide la larghezza di questa porta in due parti eguali, in ciascuna delle quali si pratica uno sportello chiuso da una paratoja che s' innalza e si abbassa alternativamente, il cui congegno spiegheremo più completamente in seguito. Ora basti dire che questa porta essendo aperta bene come le altre

si mette da sè nel filone dell' acqua da cui non è urtata che secondo la grossezza, lasciando due grandi aperture, per cui quando il mare è basso si precipita rapidamente l'acqua del canale o del fiume per profondare il canale che esiste fra la chiusa e la rada.

Se non si avesse questo scopo e tal parte della chiavica non servisse che a facilitare lo scolo delle acque del paese o ad inondarlo si potrebberò sopprimere le porte Q S B, conservando soltanto quella verso il mare, e porre in T H una sola paratoja quando l'apertura non fosse che di 15 piedi di larghezza, che si maneggierebbe per mezzo di ruote a timpano od a piuoli, ma se ne avesse 20, 30, 40 e più, come può avvenire, bisognerebbe allora dividerne la larghezza con varie pile i cui intervalli si chiuderebbero da altrettante paratoje, ond'innalzarle all' uopo; in tal caso bisogna aver riguardo alla grossessa dei piloni onde proporzionare la totale larghezza della chiavica, per non restringere troppo il passaggio delle acque.

Se una simile chiusa si trovasse sopra un fiume navigabile di cui si avesse interesse di sostenere le acque ad una certa altezza nelle stagioni di magra, si potrebbe anche chiudere in modo assai comodo il passaggio T H, sopprimendo le porte Q S B, e praticando degl' incastri nello spessore delle spalle per introdurvi delle travi bene squadrate, posate le une su le altre fino all' altezza cui si vuol sostenere l'acqua, il cui superfluo si scaricherebbe passando sopra questa travata, che si potrà levare colla stessa facilità onde si è formata. In una parola vi sono infinite maniere di sostenere le acque in tutto od in parte, e di farle agire secondo il bisogno colle chiuse, di ogni specie delle quali si vedranno esempi a misura che si progredirà nella lettura di quest' opera che ne è piena, non avendo trascurato verun caso possibile.

Non bisogna ora curarsi delle sette altre figure che seguono la precedente su la tavola stessa; esse appartengono alla costruzione delle spalle di muratura insegnata nel Capo undecimo; vi si ricorrerà quando tratterassi di questa parte delle chiuse.

CAPO QUINTO

RICERCHE SU LA PERFEZIONE DELLE CHIUSE.

Sezione I.

Della resistenza delle spalle contro la spinta dell' acqua che debbono sostenere.

Per diffondere sul Capitolo precedente quella luce che gli manca e per far sentire tutta l' evidenza delle regole che noi abbiamo stabilito, e quanto si avvicinino e si allontanino da ciò che può somministrare di più esatto la teorica, darò in questo varj principj, che mi giova sperare, saranno ben ricevuti da quelli che amano ragionare su quanto operano, e che ripugnano a seguire servilmente de' metodi di cui nulla prova la bontà. È vero che la sostanza della prima sezione si trova nella prima parte di quest' opera ove avrei potuto rimandare il lettore; ma oltre che è sparsa di gran numero di oggetti di un genere diverso da questo, mi è sembrato che una immediata applicazione sarebbe più evidente.

141. Per poco che si conosca l' Idraulica si saprà che è una delle proprietà dei liquidi in generale quella di spingere in ogni senso le pareti verticali od inclinate che le sostengono, e che questa spinta ad ogni punto delle sue pareti prese per un piano infinitamente picciolo, può essere espressa dalla perpendicolare che indica quanto questo punto sia inferiore al livello della superficie del liquido, senza curarsi dell' estensione della sua base; perchè in tal caso i liquidi non agiscono secondo la quantità del loro volume, ma unicamente secondo la loro altezza.

Volendo riferire al nostro oggetto questa legge della natura poco importa che un vaso avente 10 piedi di profondità d' acqua, abbia una base di 10 piedi in tutti i sensi che danno 100 piedi quadrati di superficie, o che questa base abbia 10 piedi di lunghezza per uno di larghezza per essere ridotto a 10 piedi quadrati di superficie soltanto; le due grandi superficie opposte che saranno rimaste le stesse non sosterranno meno una spinta eguale a quella del primo caso, se la profondità dell' acqua non è cangiata. Ciò avverrà ancora quando queste superficie saranno avvicinate fino a non avere che un pollice ed anche una linea d' intervallo; la diminuzione dell' acqua, non si farà sentire che su le altre due superficie che

sono state ristrette con la base. Segue da ciò che se quelle rimaste costanti appartenevano a due muri, il cui spessore nel primo caso sarebbe stato regolato dalla forza della spinta dell' acqua, negli altri seguenti questi muri dovrebbero avere lo stesso spessore come nel primo, benchè allora l'acqua contenuta nel serbatojo non sia più che la 1440.ª parte della quantità che vi si è supposto dapprima. E durano molta fatica a vedere questo fatto coloro che fanno lavorare in opere relative all'idraulica, benchè questa proprietà dell' acqua sia cagione di tanti effetti straordinarj che sopravvengono nei loro lavori; perciò tale osservazione troverà il suo posto, non avendola fatta per nulla.

142. Poichè l'acqua non agisce che in proporzione dalla sua profondità e dell' estensione delle superficie cui spinge, si può dunque far astrazione dalla profondità dei bacini, serbatoj e conche nelle chiuse, ed anche della lunghezza dei loro rivestimenti, per non considerarne che il profilo B E G H, tav. 7.ª fig. 2, che d'ordinario è rettangolare essendo questi muri senza scarpa. Allora supponendo questo profilo di uno spessore infinitamente picciolo, al pari della lamina d' acqua che gli corrisponde verticalmente, ciò che avverrà in quel luogo s' incontrerà del pari in tutti gli altri presi immediatamente di seguito nella lunghezza, quando il fondo sarà a livello, e che la murazione sarà dovunque di uno stesso spessore e qualità. Questa uniformità è essenziale nelle opere eseguite accuratamente in cui la murazione può essere riguardata come una sola pietra formante un lungo parallelepipedo spinto per l' estensione di una delle sue faccie da una infinità di forze che agiscono tutte secondo una direzione orizzontale e con una forza assoluta più o meno grande secondo che corrispondono a' punti più o meno distanti dalla superficie dell' acqua. Allora se si prendono successivamente d'alto in basso dopo la sua superficie nello stesso piano verticale del profilo esse potranno essere espresse dagli elementi L, M, di un triangolo rettangolo D B K, che ha per base e per altezza la profondità dell' acqua.

143. Poichè la superficie del triangolo D B K, comprende la somma di tutte le forze tendenti a rovesciare il rettangolo B G, per fargli fare un movimento all'indietro sul punto angolare H che in questo caso è il punto d'appoggio, la superficie di questo rettangolo considerata come corpo pesante, deve immaginarsi riunita in un peso Q corrispondente alla verticale N I, che termina al centro di gravità N.

Per riferire questa cosa alle regole ordinarie della meccanica, nel modo più semplice, supporremo che tutte le forze espresse dagli elementi L M del triangolo sieno riunite e ridotte nel punto E per non formarne che una sola E, la quale spinge il rettangolo in direzione orizzontale E G. Allora nello stato d' equilibrio, questa forza starà al peso nella ragione reciproca delle perpendicolari H I ed H G condotte dal punto d'appoggio H, su le loro linee di direzione N I ed E G; il che darà P : Q : : H I : H G. Non trattasi adunque più se non di avere l' espressione di P e di Q modificata nella guisa che debbono esserlo queste forze relativamente alla natura delle cose che si vogliono paragonare: mi spiego.

144. Siccome l' acqua non spinge i corpi che la sostengono se non perchè è pesante, e questi corpi non resistono ad essa nel caso di cui si tratta se non perchè essi del pari sono pesanti; acciò queste forze possano es-

sere paragonate una all' altra fa duopo che sieno considerate come della stessa natura. A questo proposito si osserverà che un piede cubico di murazione la più leggera che si possa formare non peserà mai meno di 120 libbre; alle quali mi limito di valutarla in luogo di 130, per metterla sempre al di sotto della resistenza di cui può essere capace pel proprio peso. Si sa d' altronde che il piede cubico d' acqua pesa 70 libbre; quindi acciò la libbra divenga la misura comune dell' azione dell' acqua e della murazione, bisognerà moltiplicare l' espressione della forza P per 70; e quella del peso Q per 120, o semplicemente il primo per 7, ed il secondo per 12, ond' avere 7 P e 12 Q, non trattandosi qui che di rapporti.

L' azione di una stessa potenza essendo più o meno grande secondo la lunghezza del suo braccio di leva, vedesi che in questo caso bisogna aver riguardo alla posizione di ciascuna potenza L M, rapporto al punto d' appoggio H; poichè la perpendicolare H R condotta dal punto H, su la direzione H R, o la linea B M sua eguale che fa parte dell' altezza D B del triangolo D E K, gli terrà le veci di leva; d' onde segue che a misura che crescono queste potenze o che corrispondono ad una più grande profondità d' acqua, le loro leve vanno aumentando finchè quella della maggiore K B si riduce a zero, perchè si trova nella linea stessa del punto d'appoggio.

145. Si consideri che le linee G H e D B sono date poichè la prima indica l' altezza del muro, corrispondente all' uso cui è destinato, e la seconda la più grande altezza dell' acqua che lo stesso muro dovrà sostenere. Non v' è dunque d' incognito che la sola linea B H, poich' essa indica lo spessore del muro che si cerca: quindi faremo D B o. K B $= a$; E B o G H $= b$; D M od M L $= x$; per conseguenza M B, sarà $a - x$; e finalmente B H si farà eguale ad y; perciò H sarà $\frac{y}{2}$.

Ogni elemento differenziale, o ciascuna potenza L M, sarà espressa da $x dx$; poichè D M $=$ M L, che moltiplicata pel suo braccio di leva B M, ovvero H R $(a - x)$, dà $a x d x - x^2 dx$, per momento di questa potenza particolare; ed integrandola si avrà $\frac{a x^2}{2} - \frac{x^3}{3}$ per la somma di tutti i momenti delle altre potenze che agiscono da D fino in M; quindi allorchè x diverrà a, allora si avrà la somma di tutti i momenti delle potenze che agiscono da D fino in B; ovvero $\frac{a^3}{2} - \frac{a^3}{3} = \frac{a^3}{6}$, e divisa per B E $= b$, per dar loro una leva comune, si avrà $P = \frac{a^3}{6b}$.

D' altronde dovendo il peso essere espresso dalla superficie del rettangolo B E G H; si avrà $Q = b y$, ovvero $7 P = \frac{7 a^3}{6 b}$, e $12 Q = 12 b y$, per avere riguardo alla differenza del peso dell' acqua e della murazione a pari volume. Dopo tutte queste considerazioni nello stato d' equilibrio si avrà $\frac{7 a^3}{6 b} : 12\, b\, y :: \frac{y}{2} : b$, d'onde si deduce $\frac{7 a^3}{6} = \frac{12\, b y^2}{2}$, ovvero $\frac{7\, a^3}{36\, b} = y^2$; o finalmente $\sqrt{\frac{a^3}{5}} = y$. Supponendo che il divisore 36 non sia che 35; il che non può esser che utile in pratica, poichè non si può diminuire questo divisore senz' aumentare alquanto il valore di y, il che torna a profitto della resistenza del muro.

146. L'equazione precedente è una formola generale per trovare lo spessore di tutti i muri retti che dovranno sostenere dell'acqua nel caso d'equilibrio della spinta di una parte e della resistenza dall'altra, quando si saprà l'altezza che debbono avere questi muri, e l'altezza delle massime piene che dovranno sostenere; essa insegna *che fa d'uopo fare il cubo della profondità dell'acqua, dividere il prodotto pel quintuplo dell'altezza del muro ed estrarre la radice quadrata del quoziente; questa radice darà lo spessore che deve avere il muro.*

Supponendo che si tratti del rivestimento di una gran chiusa o sostegno, che la massima altezza delle acque pel passaggio dei battelli sia di 15 piedi e l'altezza del rivestimento del sostegno di 18 sopra la platea; si avrà $a = 15$, $b = 18$; facendo le operazioni indicate dalla formola si troverà che il valore di y, o lo spessore del rivestimento, dev'essere di 6 piedi, un pollice e tre linee.

147. Una volta che si abbia l'espressione del momento della potenza che deve agire sopra un muro nello stato d'equilibrio, bisogna in seguito aumentarlo della quantità che si crederà conveniente alla qualità e natura dei materiali per rendere la resistenza del muro superiore alla spinta di quella quantità di cui si sarà supposto che la potenza effettiva sia aumentata: e supponendo che stesse alla resistenza del muro come m ad n, questa potenza starebbe alla resistenza del muro come $\frac{a^3}{5}$, sta ad $\frac{n a^3}{5 m}$. Allora si avrà $\frac{n a^3}{5 m} = b y^2$; ovvero $\sqrt{\frac{m}{n} \times \frac{a^3}{5b}} = y$. Di modo che se si volesse che la resistenza del muro fosse superiore di una metà di più oltre la spinta dell'acqua, si avrebbe $m : n :: 2 : 3$. Per conseguenza $\frac{n}{m} = \frac{3}{2}$, che dà $\sqrt{\frac{2}{3} \times \frac{a^3}{5b}} = y$, ovvero $\sqrt{\frac{3 a^3}{10 b}} = y$, che è una seconda formola di cui si può far uso con tutta sicurezza nella pratica. Essa dimostra che nel caso supposto *bisogna triplicare il cubo dell'altezza dell'acqua, dividere il prodotto pel decuplo dell'altezza del muro, ed estrarre la radice quadrata del quoziente donde si avrà lo spessore che si cerca relativamente alle condizioni prescritte.*

Supponendo ancora che l'acqua abbia 15 piedi di profondità e l'altezza del muro ne sia 18, facendo le operazioni da noi spiegate si troverà che lo spessore del muro deve essere di 7 piedi e 6 pollici acciò la sua resistenza stia alla spinta dell'acqua nella ragione di 3 : 2, cioè di una metà di più della stessa spinta.

148. Siccome nello stato d'equilibrio abbiamo trovato lo spessore del muro di 6 piedi, un pollice e 3 linee, sembrerebbe a tutta prima che nel secondo caso questo spessore dovesse essere almeno di 9 piedi, cioè di una metà di più della prima; ma ciò non deve succedere perocchè questo muro resisterà non solo in virtù dell'aumento della sua leva che si trova nella prima proporzione, il che forma un rapporto composto invece di un semplice. E siccome le braccia di leva sono la metà dello spessore dei muri cui corrispondono, vedesi che *le resistenze di questi muri a pari altezza sono in ragione duplicata delle loro leve e del loro spessore, ovvero come i quadrati degli spessori stessi.*

149. Essendosi testè trovato $\frac{7a^3}{36b}=y^2$, è indubitato che se si avesse un altro muro la cui altezza fosse chiamata c, la profondità dell'acqua d, e la grossezza delle spalle x, si avrebbe del pari $\frac{7d^3}{36c}=x^2$; poichè si tratta di un caso affatto simile al precedente. Ora, supponendo per maggior semplicità che in questi due casi l'altezza delle spalle sia eguale a quella dell'acqua, potendo essere la differenza tanto picciola quanto vorrassi, poichè basta che la sommità non ne sia sommersa, si avrà $a=b$, $c=d$. Quindi invece di $\frac{7a^3}{36b}=y^2$, e di $\frac{7d^3}{36c}=x^2$, diverrà $\frac{7}{36}\times a^2=y^2$, e $\frac{7}{36}\times d^2=x^2$; d'onde si deduce $\frac{7}{36}\times a^2:\frac{7}{36}\times d^2::y^2:x^2$; e dividendo i due primi termini per $\frac{7}{36}$, diverrà $a^2:d^2::y^2:x^2$, o finalmente $a:d::y:x$, perocchè se quattro quadrati sono in proporzione geometrica lo sono del pari le loro radici; d'onde segue che *le grossezze delle spalle debbono essere in ragione delle massime altezze dell'acqua che dovranno sostenere.* Per conseguenza basterà avere nello stato d'equilibrio la grossezza di una spalla equivalente all'altezza dell'acqua che le compete, per avere quella di qualunque spalla vorrassi, nota che sia l'altezza dell'acqua da sostenere essendovi allora tre termini noti.

150. Sapendosi che per l'equazione $\frac{7}{36}x\,a^2=y^2$, ovvero $\sqrt{\frac{a^2}{5}}=y$, in cui si suppone $a=25$ piedi, che è l'immersione dei più grandi vascelli, lo spessore delle spalle nello stato d'equilibrio deve essere 11 piedi e 2 pollici, si domanda lo spessore che si dovrà dare alle spalle di una chiusa che non deve sostenere che 16 piedi d'acqua. Bisogna dire, se 25, prima altezza dell'acqua, dà 11 piedi e 6 pollici per lo spessore delle spalle, quanto daranno 16 piedi, seconda altezza dell'acqua, per lo spessore delle spalle che debbono sostenerla; si troverà circa 7 piedi e 2 pollici. Che se nell'equazione $\frac{d^2}{5}=x^2$, si suppone $d=16$ piedi, si troverà che x vale infatti 7 piedi e 2 pollici.

151. Ma si è veduto che a pari altezza le resistenze delle spalle sono nella ragione dei quadrati della loro grossezza; e siccome nello stato di equilibrio questo spessore è sempre molto minore della profondità dell'acqua, poichè y od x non valgono che la radice di $\frac{a^2}{5}$ e $\frac{d^2}{5}$, che sono inferiori alle linee a e d, vedesi che dando per grossezza alle spalle la profondità che avrà l'acqua su la platea per avere $a=y$, $d=x$, la loro resistenza si trova quintupla di quella che sarebbe nello stato d'equilibrio; poichè a^2, d^2, lo sono di $\frac{a^2}{5}$, e di $\frac{d^2}{5}$. Quindi si vede che la regola da noi stabilita nel Capitolo precedente per lo spessore delle spalle non lascia nulla a desiderare per la solidità delle chiuse, quando la muratura sia d'altronde ben condizionata.

Applicando in tal modo i principj della teoria ad una pratica ragionata, si è certi dell'operato e si trova in caso di giustificare la propria

condotta; soddisfazione dolcissima per un uomo abile che non vuole azzardar nulla.

152. Devesi osservare che indipendentemente dalla resistenza di cui si sono rese capaci le spalle, i contrafforti producono un sumento di forza tanto per la loro solidità quanto per la lunghezza del maggior braccio di leva che producono, come se ne sarà convinti vedendo ciò che ho scritto su tale proposito nel primo libro della *Scienza degl' Ingegneri*, parlando della meccanica della muratura, la cui conoscenza è molto essenziale a coloro che progettano grandi costruzioni.

Si troverà strano forse che io dia tanta forza alle spalle di una chiusa per sostenere la spinta dell'acqua, mentre sembra dover essere distrutta in parte da quella delle terre che agiscono in senso opposto; ma bisogna osservare che si deve valutar poco tale opposizione, poichè il minimo filo d'acqua che s' insinui fra la terra e la murazione può bastare per separarle ad un tratto, il che succede di spesso malgrado gli strati d' argilla che si ha cura di applicarvi contro. Allora le spalle abbandonate alla loro propria resistenza sarebbero ben tosto rovesciate se essa non fosse sufficiente; quindi il maggior vantaggio che si trae dai contrafforti che sono addossati ad esse si è quello di arrestare il progresso dell' acqua impedendo col loro sporto di separare la murazione, come avverrebbe se fosse tutta di una massa sola. Perocchè finalmente gli effetti dell' acqua nelle opere di cui parliamo hanno delle conseguenze così funeste che non si prendono mai troppe precauzioni onde prevenirle; ed è su ciò che insistiamo nel corso di quest'opera, principalmente parlando della costruzione delle chiuse. Si osserverà d' altronde che per la solidità delle spalle non solo bisogna farle di un certo spessore, ma esso deve pur essere regolato per le manovre che si eseguiscono su la loro piattaforma per l' azione delle porte, come faremo vedere dettagliatamente a suo tempo.

Sezione II.

Della spinta dell' acqua contro i portoni ad angolo nelle chiuse.

Per esaminar a dovere in qual modo succede la spinta dell'acqua sui portoni ad angolo di una chiusa secondo l' angolo più o meno aperto da essi formato, supporremo dapprima che quest'angolo sia retto, com' è quello A B C, tav. 7.ª, fig. 3, rinchiuso in un semicerchio il cui diametro A C indica la larghezza della chiusa, ed il raggio D B lo sporto dell' angolo dei portoni, che è il maggiore che a ragione se gli possa dare.

153. Siccome l'angolo che formano tali portoni potrebbe essere ottuso, avendo in tal caso minor larghezza saranno meno aggravati; perocchè a pari altezza d' acqua le spinte sono nella ragione delle basi delle superficie che le sostengono; quindi queste basi esprimeranno il peso dell'acqua che agendo secondo direzioni perpendicolari alle larghezze A B, B C (141), si può supporre la sola spinta riunita nei centri di forza G H, e prendere le diagonali F O, E P dei quadrati A F B D, D B E C, per esprimerla, tanto

più che esse aumenteranno o diminuiranno in ragione che le porte saranno più o meno larghe, e le potenze F O, E P, ci serviranno a considerare l'azione dell'acqua in tutti i sensi che si vorrà rapporto al punto d'appoggio; facendo astrazione dalla soglia, per non considerare che il sostegno che le porte possono darsi reciprocamente nella loro congiunzione.

È indubitato, per esempio, che per la proprietà del parallelogrammo delle forze, le potenze espresse dai lati E B, E C, e che agiscono su la superficie B C secondo le direzioni che hanno in questo luogo, faranno insieme sui punti d'appoggio B e C, un effetto eguale alla sola E P, sostenuta dagli stessi appoggi: perocchè se si tracciano i quadrati H I, H K, le forze oblique E B, E C alla superficie B C, si ridurranno alle sole dirette I B, K C; il che è evidentissimo, poichè ciascuna delle due prime equivale alla metà della totale E P.

154. Se si fa lo stesso ragionamento riguardo all'imposta A B, succederà che le potenze F B, E B, essendo eguali e direttamente opposte, si distruggeranno, e non rimarranno che le altre due F A, E C, che esprimeranno il carico sostenuto dai punti d'appoggio A e C, spinti secondo le direzioni perpendicolari alla larghezza A C della chiusa. Quindi il risultato dell'azione dell'acqua su le porte A B, B C, sarà quello di non cangiare i punti d'appoggio, come avverrebbe se l'acqua fosse sostenuta da una sola paratoja A C, il che è verissimo poichè le linee F A, E C sono ciascuna la metà della larghezza A C, che esprime il peso dell'acqua.

155. Siccome le potenze M B, I B, non agiscono se non perchè hanno delle perpendicolari alla linea R D, ne segue che terminando il quadrato B M R I, le metà M Q, I Q della diagonale M I, esprimeranno le forze eguali ed opposte che serrano le imposte una contro l'altra; e siccome questa diagonale è eguale allo sporto B D, dell'angolo dei portoni, poichè i quadrati R B, G H, sono eguali, si potrà prendere questo sporto per esprimere la somma delle due forze di cui parliamo. In quanto alle altre Y A, Z C, che nascono dalle potenze N A, K C, è chiaro che non hanno veruna parte a ciò che succede nel punto B, poichè la loro azione tende ad avvicinare gli appoggi A C del centro D.

156. Di tutte le posizioni che si possono dare ai portoni ad angolo, nessuna dà un miglior effetto, che quando forma un angolo retto, perocchè allora il carico di ciascun'imposta è distribuito sui punti d'appoggio nel modo più vantaggioso. Per esempio, le forze M B, I B, metà di questi carichi, trovandosi nella stessa direzione delle imposte, le spingono secondo il senso in cui il legno ha maggior forza per resistere, che è quello della direzione delle fibre; d'altronde l'opposizione diretta delle potenze M Q, I Q, fa sì che le faccie dei due battenti in isbieco si applicano una contro l'altra nel modo più intimo, poichè esse si congiungono con tutta la forza di cui sarà capace la spinta dell'acqua, il che rende le porte nella loro congiunzione così serrate come possono essere quando sieno fatte bene; ma questi vantaggi andranno decrescendo tosto che l'angolo A B C, sarà ottuso, e finchè si troverà più aperto. È vero come abbiam detto altrove, che vi si guadagnerà da un altro lato, in quanto che le imposte avranno minori dimensioni, vantaggio da non trascurare.

157. Quando l'angolo A B C dei portoni sarà ottuso come nella figura 4, è certo che i punti M, I, avvicinandosi a misura che le potenze F O, E P,

saranno meno distanti dall' essere paralelle, la diagonale M I, del parallelogrammo B M R I, diminuirà quanto lo sporto B D, perocchè il triangolo rettangolo B Q I, sarà sempre simile ed eguale al triangolo H L B, perocchè essi hanno ciascuno per ipotenusa un lato dello stesso quadrato B I E H; d' altronde gli angoli acuti Q B I ed L H B, sono eguali, poichè a ciascuno di essi manca questo stesso angolo L B H, per essere eguale ad un retto: il che basta per vedere che Q I, metà di M I, è eguale a B L, metà di B D; perciò è eguale al tutto.

Si osserverà di sfuggita che le altre diagonali R B, G H dei due rombi che abbiamo in queste caso, saranno sempre eguali al semidiametro A D; perocchè B H essendo la metà di B C, la linea L H sarà pure la metà di D C, a cagione delle paralelle G H, A C.

158. Ne segue che quanto sarà più picciolo lo sporto dell' angolo dei portoni, più diminuirà la diagonale M I; per conseguenza le porte avranno minor contrasto, e se questa diagonale si riducesse a zero, esse non avrebbero più appoggio: è vero che allora ogni imposta avendo per larghezza la metà di quella della chiusa, sosterrebbe la minor portata possibile, ma del pari non avrebbero nessun sostegno che è il massimo degli svantaggi.

159. Supponendo sempre che le porte alla loro congiunzione non abbiano altro appoggio tranne quello che si prestano reciprocamente, non è indifferente per la solidità delle chiuse il far osservare che più l' angolo dei portoni si avvicinerà ad eguagliare i due retti, più i punti A, C, che marcano la posizione delle ralle e de' collari dei perni, saranno spinti con forza per allontanarsi dal centro D. A ben giudicarne supporremo che le linee Q D, D T, sieno le basi di due superficie verticali molto liscie e inamovibili contro le quali si appoggi una terza superficie B C anch' essa verticale, cui nulla d' altronde ritiene, la quale è spinta da una potenza secondo una direzione perpendicolare E H, corrispondente al centro di gravità H per farlo strisciare da B in D e da C in T: ma che per impedire che ciò non avvenga, vi sieno due altre potenze che la respingano, una da T in C, secondo la direzione T D, e l' altra da D in B, secondo la direzione D Q; in guisa che queste due potenze sieno in equilibrio con la terza E P.

160. Se nello spirito di questa supposizione circa le leggi della meccanica, si abbassano da uno dei punti H, della direzione E P della prima potenza, delle perpendicolari H S, H L, su le direzioni delle altre due, esse saranno nella ragione reciproca delle stesse perpendicolari; cioè la potenza che sostiene il punto C, starà a quella che sostiene il punto B, come H L sta ad H S. E siccome i triangoli B L H, B D C sono simili, si potrà prendere il lato D C per esprimere la potenza che sostiene il punto C, ed il lato B D per esprimere la potenza che sostiene il punto B. D' onde segue, che quanto minore sporto avranno i portoni più i punti A e C, tenderanno ad allontanarsi l' uno dall' altro; poichè la linea D C, sarà tanto più grande rapporto a B D, quanto più piccola diverrà quest' ultima, o quanto l' angolo M B I, formato dalle potenze M B, I B, diverrà più acuto; perocchè il triangolo B M I, ch' esso forma può essere considerato come un cuneo, il cui taglio s' introduce nella commessura delle due imposte per allontanarle coll' azione di una potenza R B, d' onde si trae un' analogia simile alla precedente. Giacchè quella del cuneo si è che la

metà Q I della sua testa M I, sta alla sua lunghezza Q B, come la potenza sta allo sforzo ch' essa fa per allontanare ciò che si oppone alla sua introduzione, secondo le direzioni D C, D A; e siccome R B in questo caso è eguale a D C, vedesi che MI o B D sta a D C, come il carico dell' acqua che sosterrebbe la superficie D C, sta alla spinta che tende ad allontanare i punti A e C, che diverrà infinitamente grande quando lo sporto B D sarà infinitamente picciolo; il che è una novella prova di ciò che abbiam detto; alle quali cose si può aggiugnere che se si vogliono considerare i punti d' appoggio A e C spinti secondo le direzioni B A, B C; la potenza R B, starà a quella che respinge il punto C secondo una direzione X C allineata con B C, come M I sta ad I B, cioè come la testa del cuneo sta ad una delle sue faccie.

161. In quanto alla forza onde ciascuno di questi appoggi sarà spinto secondo una direzione parallela a Q D, essa sarà sempre espressa da R B o C D, in tutti i casi, come si è dimostrato (154), per quello in cui l' angolo dei portoni sarà retto: perocchè E H o K C, indicando in questo caso la metà del carico sostenuto dall' appoggio C secondo la direzione K C obliqua a D C, se si abbassa la perpendicolare K Z sul prolungamento di D C, questa perpendicolare esprimerà la stessa metà agente in senso di K Z; ma questa linea è metà di D C, poichè K C lo è di C B, a cagione dei triangoli simili D B C, Z C K, dunque i punti d'appoggio non saranno spinti in senso parallelo alle spalle più che se l' acqua non fosse sostenuta che da una sola paratoja A C.

162. Per maggiore intelligenza si può anche applicare qui un altro principio di meccanica; cioè che quando tre potenze concorrono in uno stesso punto B, ciascuna può essere espressa dal lato di un triangolo che taglierebbe la sua direzione ad angolo retto come abbiamo dimostrato nel principio del Secondo Libro della *Scienza degl'Ingegneri;* per conseguenza se si prolungano le linee F O, E P fino al loro incontro Æ, si avrà il triangolo isoscele Æ F E, che taglia le direzioni R B, B A, B C, delle potenze, e siccoma questo triangolo è simile al picciolo B H I, si potranno prendere a preferenza i lati di quest' ultimo; allora la potenza R B potrà essere espressa da M I, e ciascuna delle altre due che sostengono i punti d' appoggio A e C, da M B od I B, il che sarà lo stesso, e sarà più comodo per l' uso che ne vogliamo fare.

Ciò che si è esposto sembra presentare una patente contraddizione; da una parte dimostriamo che più è ottuso l' angolo formato dai portoni, più la linea M I che indica la somma delle forze che congiungono le imposte diverrà picciola; mentre dall' altra dimostriamo pure che meno sporto avrà l'angolo, più potentemente agirà la forza R B, per allontanare dal centro D i punti d' appoggio A, C, il che nondimeno non può succedere senza che questa stessa forza che suppongo spingere egualmente le due imposte, non serri di più la loro congiunzione; il che mi accingo a rischiarare.

163. Se invece di servirsi di due semplici linee A B, B C, per esprimere i portoni di una chiusa, si attribuisse ad esse una sensibile grossezza, onde avvicinare le cose a ciò che realmente sono, i trapezj *a b d g* e *b c h d*, ne rappresenteranno la pianta quando saranno chiusi e per conseguenza lo sbieco *b d*, che corrisponde alle faccie applicate una contro l' altra. In tal caso la forza espressa da *m i*, che unisce queste due faccie non avrà nulla

di comune con l'azione della potenza $r\,b$, poichè non hanno opposizione: succederà soltanto che se i punti d'appoggio piegassero alquanto (supponendo che la potenza $r\,b$ abbia costretto il punto b a percorrere innanzi ad essa un piccolo spazio), che allora le faccie dei battenti a sbieco si allontaneranno senza separarsi e formeranno l'angolo $e\,b\,f$; allora le potenze $m\,g$, $i\,g$, sempre perpendicolari alle faccie $b\,e$, $b\,f$, resisteranno alla forza $r\,b$. Ma se essa è estremamente superiore, come avverrà quando la diagonale R B sarà grandissima rapporto ad M I, i punti d'appoggio A, C, tenderanno ad allontanarsi dal centro D come abbiam detto, e le imposte si uniranno lungo il loro spigolo soltanto, con tutta la forza di cui potrà essere capace, senza che perciò sieno a maggior tenuta perchè non possono divenirlo se non con la perfetta riunione delle faccie dei battenti in isbieco.

164. Da tutto ciò che precede deve conchiudersi che nel costruire le chiuse bisogna evitare di far troppo ottuso l'angolo dei portoni o troppo picciolo lo sporto per timore che non succedano conseguenze funeste. E siccome in pari tempo non si deve dare troppa larghezza alle imposte, bisogna prendere una media fra la maggiore A V, corrispondente all'angolo retto A V C, e la minore A D che non ne fa veruno. Ma siccome non si giugne per gradazione dalla prima alla seconda estremità senza percorrere tutti gli angoli che vanno decrescendo in progressione aritmetica dal più grande V A C di 45 gradi fino al più piccolo che si riduce a zero, il medio più grande per la larghezza delle ante è quello che corrisponderà all'angolo B A D, la cui misura sarà media aritmetica fra le due estreme o la metà di quella del maggior angolo della base, ed avrà il vantaggio di far nascere nelle altre parti le più convenienti modificazioni; perocchè una non sarà punto avvantaggiata a pregiudizio dell'altra come giudicherassi.

Supponendo adunque che, nella figura 5, l'angolo B A D sia metà di V A D, succederà che prolungando A B fino alla circonferenza del semicerchio il prolungamento B E sarà eguale alla corda E C, lato dell'ottagono; perocchè l'angolo A E C è retto, l'angolo esterno E B C del triangolo isoscele A B C è eguale ai due interni B A C, B C A, che fanno insieme un semiretto; dunque il terzo B C E del triangolo rettangolo B E C, valerà esso pure un semiretto; d'onde segue che l'angolo E del quadrato P B E C delle forze è situato alla circonferenza; e siccome sarà lo stesso dall'altra parte nel punto F, e vedesi che tutte le linee di questa figura sono determinate di posizione e di grandezza, per conseguenza forniranno il mezzo di valutare le forze che regneranno in questo luogo relativamente alla spinta assoluta o rispettiva dell'acqua, ed avuto riguardo al punto d'appoggio.

165. Ciò che più interessa si è il conoscere dapprima la relazione fra lo sporto D B dell'angolo dei portoni alla larghezza A C della chiusa; perciò bisogna ricordarsi che quando si divide in due parti eguali uno degli angoli, come V A D, di un triangolo A V D, con una linea A B, che incontri il lato opposto, questa lo divide proporzionalmente ai due altri lati, cioè allora si ha A D : A V :: D B : B V.

Ciò posto faremo A D o $DV = a$; $DB = x$, d'onde si deduce $AV = \sqrt{2a^2}$, e $BV = a - x$; per conseguenza avremo $a : \sqrt{2a^2} :: x : a - x$,

che fornisce quest' equazione $a^2 - a\,x = x\sqrt{2a^2}$, dalla quale equazione quadrando e ordinando per x si ha $x = \pm\sqrt{2a^2} - a$.

166. Supponendo $a = 1000$ si ha $x = 414$; e il rapporto di BD con AD, dà $2a^2 = 2000000$, la cui radice è 1414, da cui sottraendo 1000, valore di a, diviene 414 per quello di x o di BD, il cui rapporto con AD, dà $\frac{414}{1000} = \frac{207}{500}$, ovvero $\frac{2}{5}$ circa; il che dimostra che lo sporto dell'angolo dei portoni pel caso a cui ci siamo fermati, è presso a poco la quinta parte della larghezza AC della chiusa, siccome abbiamo determinato nel Capitolo precedente (134). Ma era necessario far sentire il perchè abbiamo dato a questo sporto un quinto, anzichè un quarto od un sesto della stessa larghezza.

167. Nel triangolo rettangolo ABD, conoscendo il lato AD di 1000 parti, e il lato BD di 414, si troverà che l'ipotenusa AB ne è 1082. Ora, siccome tutti i triangoli che c'interessano in questa figura sono simili a questo, si avrà il rapporto del loro lato con sufficiente esattezza per farne l'uso che si vorrà.

Vedesi per esempio che MI essendo eguale a BD, che è i due quinti di AD, l'azione dell'acqua che serrerà le imposte una contro l'altra sarà i 2/5 della spinta che sosterrebbe una superficie verticale, avente per base la metà della larghezza del sostegno.

168. Siccome le potenze che si paragonano devono essere dello stesso genere, succede che quelle che qui sono espresse dalle linee MB, IB, essendo ciascuna equivalente alla spinta dell'acqua che sostiene una delle imposte AB o BC, la potenza RB che adempie da sola a quest' ufficio, per la proprietà del parallelogrammo delle forze, potrebbe essere espressa dalla spinta dell' acqua sostenente il piano che avrebbe per base RB eguale ad AD; dal che si può conchiudere pei principj della meccanica da noi citati, che MI sta a QB, ossia che 4 sta a 5 come la spinta dell'acqua che sosterrebbe la superficie DC, sta allo sforzo che fa il punto d'appoggio C, per allontanarsi dal centro D nella direzione DC. Quindi chiamando a la linea DC; b l'altezza dell'acqua; x lo sforzo del punto d'appoggio C, si avrà $\frac{ab^2}{2}$ per la potenza RB, e per conseguenza $4 : 5 :: \frac{ab^2}{2} : x$, d'onde $\frac{5ab^2}{8} = x$; che dimostra che la ralla ed il collare del perno che si suppone collocato in C, sostengono un carico equivalente al peso di 5/8 del parallelepipedo d'acqua avente per base il quadrato dell' altezza dell' acqua, e per altezza la metà della lunghezza della chiavica.

Per avere lo stesso sforzo preso secondo la direzione BC, che noi chiameremo y, si avrà $MI : IB :: RB = \frac{ab^2}{2} : y$; ovvero $2\,BD = 828 : DC = 1082 :: \frac{ab^2}{2} : y$; il che dà $\frac{1062}{1656}\,a\,b^2 = y$. Si troverà del pari la spinta dell' acqua in tutti i sensi in cui si vorrà considerare il carico dei punti d'appoggio; ma siccome queste ricerche sono più curiose che utili, tralascio di fermarmivi, e le abbandono al trattenimento di quelli che vorranno occuparsene.

169. Abbiamo finora supposto che le due imposte di una chiusa non aves-

sero altro appoggio alla loro congiunzione, se non quello che si prestano reciprocamente, e noi abbiamo fatto così per meglio considerare ciò che ne succedeva; ma siccome non vi è porta ad angolo che non abbia una soglia contra cui si appoggia inferiormente, così tutto ciò che abbiamo detto non ha luogo se non relativamente alla loro congiunzione risalendo dalla soglia verso la sommità ove la spinta dell' acqua è la minima di tutte, decrescendo come è noto a misura che si appressa alla superficie. Quindi è chiaro che le ralle ed i collari non soffrono tanto come se non esistesse soglia, la cui principale proprietà è quella di sostenere la maggior parte del carico dell' acqua. Quindi non si farà mai solida di troppo l' armatura di legname che compone il palco della soglia della chiusa: così faremo in seguito osservare che coloro i quali hanno fatto lavorare alla grandi chiuse in questi ultimi tempi, ebbero cura di dare al monaco delle soglia una lunghezza maggiore dello sporto dei portoni onde incastrare la parte eccedente colle traverse della platea per rendere più immobile la soa glia. Perocchè soltanto col ragionare su quello che si fa trovasi in caso di eseguirlo a dovere, e non vi si giugne se non dietro le idee chiare che si hanno del soggetto che si vuol trattare; cognizioni che non si possono acquistare colla semplice pratica che non presenta le cose se non in modo confuso agli occhi di coloro che non sono schiavi degli usi ricevuti e che non perdono mai di vista la massima gindiziosa di non adottarle senza conoscere prima in che sono utili e ciò che si potrebbe fare per renderle ancora più buone, altrimenti si è esposti a ripetere in buona fede le sciocchezze altrui, o dare ad esse maggior credito, per la nuova autorità onde si secondano.

Sezione III.

Esame della resistenza dei legnami che entrano nella formazione delle paratoje o portoni ad angolo piani o curvilinei.

Pochi argomenti che spettano alla meccanica sono interessanti come questa ricerca allorchè si analizza geometricamente. Per fare quest' esame in modo che corrisponda allo scopo che mi sono proposto, che si è quello di dimostrare come le porte delle chiuse tendano a piegarsi sotto lo sforzo che sostengono, farò sentire dapprima con qual legge i legni resistono alla rottura. Benchè abbia già trattato questa materia nel Libro IV della *Scienza degl' Ingegneri*, non posso a meno di parlarne qui, onde applicarlo in modo più luminoso allo scopo che mi sono proposto in questa sezione.

170. Supponggo che si abbia un lungo pezzo di legname H A B I, tav. 7, fig. 7, squadrato esattamente e di un certa larghezza, ma minore grossezza, posato in coltello sur un appoggio che lo divida in D E, in parti eguali, e che così sostenuto, due potenze eguali P, Q, agiscano d' alto in basso su tali estre-

mità secondo le direzioni P F, Q G, perpendicolari alla grossezza di questo pezzo per romperlo.

Ciò posto egli è certo che prima di rompersi comincierà a curvarsi nel mezzo E D, che è il punto in cui avrà da soffrire di più, perocchè la faccia superiore A B, non si potrà piegare nello stesso punto senza che tutte le fibre che gli corrispondono (che si debbono rigoardare come altrettanti fili posti vicinissimi come la catena di un tessitore di fettuccie) non si estendano straordinariamente secondo le direzioni E A ed E B, che è quella della loro resistenza, mentre quelle delle potenze succederanno secondo P F, Q G, che io non considero dapprima che nel primo strato. Ma nello stato d' equilibrio, la potenza sta allo sforzo che le resiste nella ragione reciproca delle perpendicolari condotte dal punto d' appoggio sopra la loro direzione; per conseguenza ciascuna delle potenze P e Q, che agirà sul primo strato delle fibre che comprende la faccia superiore, starà alla resistenza delle stesse fibre, come D E sta a D H o DI; facendo attenzione che queste perpendicolari sono in questo caso le vere braccia di leva delle potenze di cui parliamo.

171. Ciò che si è detto pel primo strato delle fibre si deve intendere del pari per tutti quelli che seguono fino all' ultimo componente la faccia inferiore, osservando che ciascuna di esse sarà tanto meno tesa quanto più si avvicinerà al punto d' appoggio, la cui sommità deve essere considerata come il centro di tutti gli archi che faranno questi strati piegandosi. Per conseguenza prendendoli di uno spessore eguale immediatamente di seguito, la loro tensione decrescerà secondo l' ordine dei termini di una progressione aritmetica che termina a zero; e siccome succede che le braccia di leva corrispondenti ad essa, decrescono pure nella stessa proporzione, la resistenza di ciascuno strato diminuirà adunque nella ragione dei quadrati della loro distanza dal punto d' appoggio. Donde segue, che lo strato della media tensione, che corrisponderà in pari tempo al medio braccio di leva, è nel centro di gravità N distante dal ponto d' appoggio D due terzi della larghezza E D del pezzo, ove si può sopporre riunita tutta la sua resistenza.

Per avere l' espressione di questa resistenza si osservi che la larghezza E D del pezzo di legname comprende la somma di tutti gli strati delle fibre; e il suo spessore la quantità delle fibre contenuta in ciascuno strato. Quindi moltiplicando le due dimensioni della riquadratura una per l' altra, il prodotto darà la somma delle fibre, il che è evidentissimo, poichè si tratta di uo profilo che le comprende tutte, e siccome possono avere per braccio di leva comune la linea D N, che è 2/3 di D E, ne segue che moltiplicando il profilo pei 2/3 di D E il prodotto darà l'espressione della resistenza del pezzo, rigoardo alla potenza P Q, che tende a romperlo.

172. Segue da ciò che avendo due pezzi della stessa lunghezza, le loro resistenze sono in ragione dei parallelepipedi compresi sotto il piano della loro squadratura e sotto i 2/3 della loro larghezza; che se invece dei 2/3 di questa dimensione si prende il tutto da una parte e dall' altra, *le resistenze di questi due pezzi saranno allora nella ragione dei quadrati della loro larghezza, moltiplicati per la loro grossezza.*

Siccome le potenze che esercitano uno sforzo su pezzi di legname, hanno la loro direzione ora orizzontale ora verticale, giova osservare che per rendere la regola precedente priva di ogni eccezione, bisogna guardar

bene che il braccio di leva medio corrispondente alle fibre ed alla resistenza del legno, ha sempre la sua lunghezza parallela alla direzione delle potenze agenti; per conseguenza bisognerà prendere per questo braccio di leva i due terzi della dimensione o la dimensione intera che si troverà nella stessa linea. Donde segue che se le potenze P, Q, avessero le loro dimensioni orizzontali ed il punto d'appoggio corrispondesse perciò ad una delle faccie verticali del pezzo per avere l'espressione della sua resistenza bisognerebbe prendere il prodotto del quadrato della dimensione orizzontale che è lo spessore del pezzo, per la sua larghezza; il che non tarderemo a rendere vieppiù sensibile con alcuni esempj.

173. Per ridurre in equazione la precedente analogia chiameremo a la larghezza del pezzo; b lo spessore; quindi nel primo caso in cui le potenze agiranno verticalmente si avrà $P + Q : a\, b :: \frac{2a}{3} : D\,I$, ovvero D H; d'onde si deduce $P + Q \times D\,I = 2/3\ a^2 b$; nel caso in cui esse agiranno orizzontalmente $P + Q \times D\,I = 2/3\ a\, b^2$, la cui differenza è quella di $a^2 b$ ad $a.b^2$, o semplicemente di a a b.

Supponendo che a valga 12 pollici, e b, 8, la resistenza del pezzo nel primo caso starà alla resistenza nel secondo, come 12 a 8, o come 3 a 2, rapporto che sussisterà del pari benchè le potenze rimangano verticali od orizzontali secondo che il pezzo offrirà alla loro direzione l'una o l'altra dimensione della sua squadratura. D'onde risulta ancora che la resistenza di uno stesso pezzo posto in coltello od in piano, la cui squadratura fosse come la precedente, sarà in un senso come 3 a 2 e nell'altro come 2 a 3, il che dimostra la conseguenza di situare i pezzi di legname nella posizione più vantaggiosa.

È evidente che quanto si è detto non puossi applicare che ad un pezzo avente sempre la stessa lunghezza: perocchè se questa lunghezza aumentasse e le potenze rimanessero costanti, si troverebbero tanto più avvantaggiate, quanto più lungo diverrebbe il suo braccio di leva, riguardo a quello della resistenza del pezzo che si troverebbe indebolito in proporzione. Per conseguenza succederebbe il contrario se invece di un pezzo più lungo se ne avesse uno più breve; il che è così semplice che tutti gli operai ne sentono l'evidenza, ma senza poter dire il perchè, avendo tutti gli uomini un sentimento naturale delle leggi della meccanica che non richiede che di essere sviluppato.

174. Facendo astrazione dal peso del pezzo A B, è indubitato che supponendolo portato dai due appoggi H ed I, situati nella direzione delle potenze P, Q, se si sopprime quello di mezzo C L, che sosteneva lo sforzo totale, e che queste due potenze sieno riunite in una sola R, che spinge il pezzo d'alto in basso con la stessa forza che opponeva l'appoggio C L, dal basso all'alto, allora tutto ciò che abbiamo detto potrà applicarsi a questo nuovo caso poichè la sola differenza indicata sarà che il pezzo invece di avere le fibre della faccia superiore più tese di tutte avrà al contrario quelle della faccia inferiore; allora il braccio di leva della resistenza del legno deve prendersi cominciando dal punto E, perocchè la potenza R, fa le veci di appoggio, ed al contrario gli appoggi H ed I fanno le veci di potenza che respingono insieme il pezzo dal basso all'alto tanto quanto è spinto in senso contrario dalla potenza R.

Se lo stesso pezzo A B fosse sostenuto in aria come sono i traversi fra i due ritti delle imposte di una chiusa, e la potenza tendente a romperlo, invece di spingerlo secondo una direzione verticale, lo spingesse secondo una direzione orizzontale S N, allora i punti d'appoggio trovandosi opposti alla direzione S N, sarebbero le fibre di questa faccia che diverrebbero le più tése, ed avrebbero per braccio di leva due terzi delle spessore E X del pezzo, secondo ciò che abbiamo detto precedentemente (170): il che è più che bastante per far conoscere che questo terzo caso è suscettibile delle stesse analogie degli altri due: perciò non mi vi trattengo di più.

175. Dopo ciò che ho esposto si scorgerà che avendo due travi della stessa lunghezza non bisogna giudicare della loro forza dai prodotti delle loro dimensioni o dalla loro solidità, poichè quella che sarà in apparenza più debole sarà forse la più forte, posata nel senso più vantaggioso, per esempio:

Supponiamo che si tratti di due travi, una di 12 pollici in quadratura e l'altra di 10 per 14. La solidità della prima sarà espressa da 144, e la sua resistenza da 1728; mentre la solidità della seconda lo sarà da 140 e la sua resistenza da 1960. D'onde segue che si guadagnerebbe doppiamente ad impiegare quest'ultima piuttosto che l'altra, poichè rigorosamente deve costar meno ed è capace di una forza superiore. I legni quadrati non sono adunque preferibili agli altri a volume od a prezzo eguale.

Questa conclusione dà luogo ad un problema di cui ho parlato nella Scienza degl'Ingegneri, Libro IV, Capo III, cioè *quali debbono essere le dimensioni di una trave fatta di un tronco di dato diametro, acciò questa trave sia la più forte di tutte quelle che si potrebbero formare da un numero d'altri alberi simili a questo*, di cui supponiamo che A C sia il diametro.

176. Prendendo il rettangolo A B C D, pel profilo della trave di cui si tratta, vuolsi conoscere qual sia il rapporto delle due dimensioni A B e B C della trave che noi cerchiamo. Perciò faremo $AC = a$; $AB = x$; quindi B C sarà $\sqrt{a^2 - x^2}$, di cui fatto il quadrato e moltiplicato poi per $AB = x$, dà $a^2 x - x^3$, di cui bisogna prendere il differenziale, che eguagliato a zero, diviene $a^2 dx - 3x^2 dx = 0$, ovvero $a^2 x - 3x^2, = 0$, ovvero $a^2 x = 3x^2$, o finalmente $\frac{a^2}{3} = x^2$; il che dimostra che il quadrato della più picciola dimensione deve essere il terzo di quello del diametro A C dell'altro; e siccome per la proprietà del triangolo rettangolo $\overline{AC}^2 - \overline{AB}^2 = \overline{BC}^2$, ossia $a^2 - \frac{a^2}{3} = \frac{2a^2}{3}$; vedesi *che acciò una trave sia capace della massima resistenza, bisogna che il quadrato della minor dimensione sia la metà di quello della maggiore, ovvero che queste due dimensioni sieno come 5 a 7, poichè 25 è presso a poco metà di 49.*

Per soddisfare a coloro che non conoscono l'Algebra e molto meno il calcolo differenziale, avrei desiderato di poter prescindere dallo stabilire questa formola; ma non potendo essere risolto il precedente problema se non col soccorso di essa, fa duopo sottomettervisi necessariamente, ed appagarsi di enunciarne il risultato di cui in seguito vedrassi tutta l'utilità, per determinare la riquadratura dei legnami destinati alla costruzione della platea e delle chiuse, e far vedere che malgrado la prevenzione della mag-

gior parte degli uomini che non hanno se non della pratica non si possono sovente eseguire con precisione quelle che sembrano le più comuni senza il soccorso della più elevata teoria.

Volendo risolvere geometricamente questo problema bisognerebbe dividere il diametro A C, tav. 6, fig. 11, in tre parti eguali, elevare sopra l'estremità della prima A E la perpendicolare E B che darà il punto B, per sommità del triangolo rettangolo ABC, poichè allora si avrà $AE \times AC = \overline{AB}^2$, ossia $\frac{a}{3} . a = \frac{a^2}{3}$ ed $EC \times AC = \overline{BE}^2$, ossia $\frac{2a}{3} . a = \frac{2a^3}{3}$; ove si vede che infatto il quadrato di A B è metà di quello di B C.

Segue da ciò che precede che quando si conoscerà una delle dimensioni della riquadratura di un pezzo di legname che si vuole impiegare nel modo più vantaggioso, sarà facile aver l'altro. Per esempio, se si conoscesse la più grande delle due dimensioni che supporremo di 10 pollici e si volesse aver la picciola, bisognerebbe fare il quadrato di quella che si conosce che dà 100, la cui metà è 50, moltiplicata pel quadrato della picciola, ed estrarne la radice che darà presso a poco 7 pollici per ciò che si domanda. Se invece si conoscesse la dimensione minore bisognerebbe farne il quadrato, duplicarne il prodotto, estrarre la radice quadrata del totale, e ciò darà la dimensione maggiore.

177. Accadendo che un pezzo di legno *abcl*, tav. 6, fig. 10, invece d'essere rimasto uniforme fosse stato incavato in una delle sue faccie per formarvi un angolo *a g l*, od una curvatura *e g f*, e si fosse dimagrata l'altra faccia opposta, sopprimendo i triangoli rettilinei o mistilinei *h b k*, *k c d*, in guisa che nel mezzo non vi sia rimasto che lo spessore *k g* invece di *k i*, che aveva prima, è certo che questo pezzo essendo caricato di una potenza *m k*, sarà indebolito dal cangiamento che vi si avrà fatto, nella ragione del suo spessore ridotto *k g*, perocchè incavando questo legno nel mezzo si è ivi diminuito il numero delle sue fibre, ed accorciato il loro comune braccio di leva. In quanto alle braccia di leva della potenza *m k*, sarà ancora espressa dalla perpendicolare *a i* o *d i* abbassata da uno dei punti d'appoggio *a* su la direzione della potenza *m k*.

178. Nei casi precedenti si può anche supporre che invece di una sola potenza S, fig. 7, che agisce secondo una direzione orizzontale nel mezzo del pezzo, ve ne sia un'infinità di picciole eguali fra loro e sparse assai da vicino lungo il pezzo A B; avendo ciascuna per braccio di leva la sua distanza dal punto d'appoggio corrispondente, cioè la potenza Y applicata al punto O, avrà per braccio di leva l'intervallo H O; e che la potenza Z avrà pel suo braccio l'intervallo K I, quindi avendo la somma degli effetti di tutte le potenze sparse per la lunghezza totale del pezzo si potrà loro sostituire la sola potenza S che le varrebbe tutte, supponendola applicata al centro di forza, avendo come poc'anzi la linea H D, ovvero D I per braccio di leva.

Chiamando adunque p una di queste potenze, a l'intervallo H D, y il braccio di leva H O, corrispondente a questa potenza; dx, lo spazio ch'essa occupa; b la larghezza E D del pezzo; e il suo spessore E X; si avrà $pxdx$, per l'espressione dell'effetto di detta potenza nel punto O, di cui prendendo l'integrale, si ha $\frac{px^2}{2}$ per la somma degli effetti di tutte

le altre comprese nell'intervallo H O, e supponendo $x = a$, si avrà $\frac{p a^2}{2}$ per tutto ciò che è compreso nell' intervallo A E, che raddoppiato diviene $a^2 p$ per l'effetto delle potenze che si suppongono sparse vicin viciuo lungo il pezzo A B. Sulla qual cosa giova osservare che se tutte le potenze p, la cui somma è espressa da $2a$ lunghezza del pezzo A B, fossero riunite per non formarne che una sola, sarebbe allora espressa da $2ap$, che moltiplicato pel suo braccio di leva dà $2a^2p$ doppio di a^2p; il che dimostra che *quando una potenza è sparsa uniformemente lungo una superficie, come lo è l'azione dell' acqua contro una paratoja, l'effetto di questa spinta tendente a rompere la paratoja nel mezzo, non è che la metà della spinta stessa supposta riunita nel centro di forza, ed avente per unico braccio di leva la metà della larghezza della paratoja.* Ma in un modo o nell' altro i punti d'appoggio sostengono sempre lo stesso carico, perocchè il peso dell' acqua non cangia in qualunque senso si prenda la cosa, poichè la differenza non procede che dai bracci di leva.

179. Per rendere ciò ancor più sensibile si consideri che le leve delle potenze p vanno in progressione aritmetica da A fino in E, e da B fino in E; che per conseguenza il braccio medio di leva sarà da una parte e dall' altra la metà del più grande A E a, che moltiplicato per la somma delle potenze che si suppongono operare lungo A E, darà $\frac{a}{2} \times a p = \frac{a^2 p}{2}$; e siccome si avrà lo stesso per l' intervallo E B, bisognerà duplicare $\frac{a^2 p}{2}$, che dà a^2p metà di $2a^2p$.

180. Per applicare tutto ciò che abbiamo detto ad un caso di pratica supporremo una paratoja A B C D, figura 6, calata ne' suoi incastri E A, F D, e che sia dovunque di uno spessore uniforme H O, e sostenga l'acqua per tutta la sua altezza. Ciò posto, si tratta di calcolare qual sia la resistenza di questa paratoja nello stato d'equilibrio, considerando che più sarà larga conservando la stessa grossezza, più avrà da soffrire non solo per parte del maggior carico dell' acqua, ma anche per quella della lunghezza del braccio di leva che crescerà a destra ed a sinistra, dagl' incastri, che qui sono i punti d'appoggio, fino al mezzo H K: perocchè, siccome la spinta dell' acqua contro una superficie verticale si fa secondo una direzione orizzontale, i punti d'appoggio si trovano direttamente opposti.

Poichè le braccia di leva crescono a misura che le paratoje sono più larghe, ed il carico dell'acqua aumenta pure nella stessa ragione, ne segue che gli effetti della sua spinta a profondità eguale, sopra due paratoje di larghezza diversa, stanno fra loro nella ragione dei quadrati delle stesse larghezze, riguardo alla resistenza loro propria che vi deve essere proporzionata.

181. Si consideri che ciascuna lamina d'acqua, agendo lungo una verticale qualunque R Q, sarà espressa da un triangolo rettangolo G R Q supposto isoscele, e che questa lamina ha per braccio di leva la linea L M: quindi chiamando R Q o $QG = a$; B H metà di $BC = b$; lo spessore $HO = c$; ed $LM = x$; dx esprimerà allora lo spessore della lamina G R Q, che

per conseguenza sarà $\frac{a^2\,dx}{2}$, la quale moltiplicata per L M $= x$, dà $\frac{a^2x\,dx}{2}$ per l'effetto di questa lamina, il cui integrale è $\frac{a^2\,x^2}{4}$, la somma dell'effetto di tutte le lamine comprese nell'intervallo L M, ovvero $\frac{a^2\,b^2}{4}$, o $\frac{p\,b^2}{2}$; supponendo $p=\frac{a^2}{2}$, ed $x=b$, per la somma degli effetti compresi nell'intervallo B H od L N, metà di B C; che essendo raddoppiata per l'effetto totale, diviene $p\,b^2$. D'altronde si consideri che si ha $a\,c$ per profilo della paratoja, o per la somma delle sue fibre, che moltiplicata pel loro comune braccio di leva, cioè per $\frac{2}{3}\,c$, dà $\frac{2\,a\,c^2}{3}$, per la resistenza della paratoja, presa nel mezzo, lungo la verticale H K; quindi nello stato d'equilibrio si ha $p\,b^2=\frac{2\,a\,c^2}{3}$.

182. Supponendo che lo spessore c della paratoja in discorso sia quello che le convenga nello stato d'equilibrio, e volendosi conoscere quello di un'altra paratoja la cui larghezza sia chiamata d, e lo spessore che si cerca x, si avrà $p\,d^2=\frac{2\,a\,x^2}{3}$, ovvero $\frac{3p}{2a}\times d^2=x^2$, e $\frac{3p}{2a}\times b^2=c^2$ per l'equazione precedente. Da cui si deduce $\frac{3p}{2a}\times b^2:\frac{3p}{2a}\times d^2::c^2:x^2$; ovvero $b^2:d^2::c^2:x^2$, o finalmente $b:d::c:x$; il che dimostra *che a pari altezza d'acqua le grossezze di due paratoje diversamente larghe, debbono essere nella ragione delle larghezze medesime.*

183. Se le altezze dell'acqua fossero diverse e per conseguenza quelle delle paratoje, e che invece di esprimere con a quella della seconda s'indicasse con m; si avrà $p=\frac{m^2}{2}$, in luogo di $p=\frac{a^2}{2}$; per conseguenza $\frac{m^2\,d^2}{2}=\frac{2\,m\,x^2}{3}$; ovvero $\frac{m\,d^2}{2}=\frac{2\,x^2}{3}$, in luogo di $p\,d^2=\frac{2\,a\,x^2}{3}$; e se nell'equazione $p\,b^2=\frac{2\,a\,c^2}{3}$ si mette pure $\frac{a^2}{2}$ in luogo di p, diverrà $\frac{a^2\,b^2}{2}=\frac{2\,a\,c^2}{3}$; ovvero $\frac{a\,b^2}{2}=\frac{2c^2}{3}$; d'onde si deduce $\frac{a\,b^2}{2}:\frac{m\,d^2}{2}::\frac{2\,c^2}{3}:\frac{2\,x^2}{3}$; o semplicemente $b\sqrt{a}:d\sqrt{m}::c:x$; il che dimostra che *se si hanno due paratoje di diverse altezze e lunghezze, totalmente caricate di acqua, le grossezze di tali paratoje debbono essere nella ragione composta della loro larghezza e delle radici della loro altezza che si suppone pure quella dell'acqua; per conseguenza, se la lunghezza della prima paratoja era di* 6 *piedi e l'altezza di* 9, *la lunghezza della seconda* 10 *e l'altezza* 16, *perchè queste paratoje resistessero in proporzione del loro carico bisognerebbe che lo spessore della prima stesse allo spessore della seconda come* 6×3 *sta a* 10×4, *ovvero come* 9 *a* 20.

184. Si osserverà così di sfuggita che la spinta dell'acqua contro la paratoja A B C D, aumentando in progressione aritmetica dal livello B C dell'acqua fino al fondo A D, il centro di forza della spinta di tutta quest'acqua è nel punto N preso ai 2/3 H N dell'altezza H K; per conse-

guenza fa duopo che la potenza che deve sostenere tale spinta in equilibrio sia applicata al punto N.

La spinta dell' acqua crescendo sempre dalla superficie fino al fondo, vedesi la necessità di una soglia contro cui la paratoja è d'ordinario appoggiata alla base, poichè serve essa a sostenere la maggior parte della spinta di cui si trova sollevata la paratoja, precisamente verso il punto in cui avrebbe più a soffrire se non avesse il vantaggio di tale appoggio; ciò fa vedere come importi stabilire saldamente questa soglia allorchè si eseguiscono chiuse della specie di cui qui si tratta.

185. Se si osserva che ciascun' imposta di un portone ad angolo quand' è chiusa si può considerare come una paratoja, si converrà che tutto quanto abbiamo detto vi può essere applicato; la sola differenza si è che queste imposte non sono di uno spessore uniforme, e che la loro resistenza cade meno sui margini delle tavole che ne compongono la superficie, che su le traverse che le sostengono, i quali pezzi sono quelli che veramente soffrono. Ma siccome il carico dell' acqua non è uniforme, mentre cresce dall' alto al basso, sembrerebbe che dando alle traverse la stessa dimensione verticale, il loro spessore dovesse pure andar crescendo a misura che si avvicinano alla parte inferiora della porta. Nondimeno siccome sarebbe una suggezione di cui si può fare a meno, non trovo nulla a ridire sull' uso di farle uniformi, purchè loro si dia uno spessore medio, dovendo questi pezzi dividere fra loro la spinta dell' acqua.

186. Il miglior modo è quello di dividere la più grande profondità dell' acqua, pel numero delle traverse per avere l' altezza della superficie che corrisponderà a ciascuna, la cui larghezza comune sarà quella dell'imposta, e supporre che questa superficie serva di base ad un parallelepipedo di acqua avente per altezza i due terzi di quella del portone per corrispondere al centro della forza; allora il peso di questo parallelepipedo potrà essere riguardato come la potenza che regna lungo tale traversa, il che ritorna a quanto abbiamo relativamente al pezzo di cui si tratta nell' art. 177. Perciò tale potenza che agisce per rompere la traversa media, non dovrebbe essere che la metà della spinta di cui parliamo, considerata nello stato d'equilibrio; ma conviene ammetterla tutta intera onde separare di tanto l' equilibrio quanto in pratica è necessario per assicurare la solidità dell' opera.

Considerando le cose nello stato d' equilibrio, avverrà che le traverse situate sopra quella della media resistenza saranno troppo forti dando loro la stessa grossezza della precedente, ed al contrario le inferiori saranno troppo deboli, perocchè corrisponderanno alla massima spinta; ma non può succeder danno alle prime nè alle altre, perocchè l'ultima essendo appoggiata contro la soglia, non soffre nulla affatto; quindi si può con tutta sicurezza seguir questa regola. Per rendere ancor più intelligibile ciò che ho detto, ne farò l' applicazione ad un esempio. Siccome io non scrivo che per istruire i pratici, bisogna che non abbiano nulla a desiderare.

187. Suppongo che si tratti delle porte di una grande chiusa, le quali debbano sostenere 24 piedi d' altezza d' acqua; che si vogliano impiegare sei traverse di lunghezza data, egualmente distanti le une dalle altre e che rimanga da determinare la grossezza relativamente alla forza del legno, ed al carico che sosterrà la traversa corrispondente ai 2/3 dell'altezza dell' acqua.

A tale effetto divido 24 piedi, profondità dell'acqua, per 6, numero delle traverse; si hanno 4 piedi che moltiplico per 22 piedi, lunghezza di ciascuna traversa fra i ritti che ne sono gli appoggi; si avranno 88 piedi quadrati per la base del parallelepipedo dell' acqua. Li moltiplico per 16 piedi, che sono i 2/3 di 24, profondità dell' acqua; il che dà 1408 piedi cubici, i quali essendo moltiplicati per 70 libbre, peso di ciascuno di essi, il prodotto è 98560 libbre, per la spinta distribuita lungo questa traversa. Non se ne dovrebbe prendere che la metà nello stato d'equilibrio con la resistenza di questa traversa (177), che qui si trova la quarta; ma si terrà maggiore del doppio di ciò che dovrebbe essere per avere riguardo alla spinta totale.

188. Siccome soltanto dietro sperienze fatte su la resistenza dei legnami si può trovare lo spessore di cui si tratta, invito quelli che non hanno famigliare questo soggetto a leggere ciò che se ne è scritto nella *Scienza degl' Ingegneri*, non convenendo ripetere qui delle regole da me amplamente spiegate altrove, altrimenti ingrosserei il volume senza necessità. D'altronde si deve sentire che tutto quanto ho detto in questa sezione non è principalmente che per ispirare un certo spirito di precisione, sì necessario per lavorare con sicurezza, poichè daremo in seguito dei modelli di ogni specie di portoni da chiusa che si possono mettere in opera, col dettaglio dei pezzi di unione che comprendono, la loro situazione più favorevole, le dimensioni che loro convengono, secondo il carico che dovranno sostenere; ma i principj precedenti non erano meno necessarj per giudicare se infatti queste porte hanno tutti i vantaggi di cui possono essere suscettibili: altrimenti non si avrebbe soddisfatto abbastanza. Non basta sentire in modo confuso che un argomento sembra inteso bene; bisogna poter rendere ragione a sè stesso del perchè si ha luogo di essere contenti.

189. Supponendo che le linee A B, C D indichino le spalle di una chiusa la cui larghezza è espressa dalla linea E G, figura 8, si tratta di esaminare quali porte ad angolo resistano più al carico dell' acqua; se le curve, come E *d* F, F *c* G, ovvero le rette, come E F, F G.

La curvatura delle porte formandosi ad arco di cerchio, prenderemo per centro il punto L nel prolungamento dello sporto F H; ciò posto si consideri che ciascun punto *f* di una delle imposte curve sia spinto dalla lamina d'acqua che gli corrisponde per tutta l'altezza, secondo una direzione perpendicolare tendente al centro L; su la qual cosa devesi osservare che la direzione di queste lamine non può essere perpendicolare all' arco se non è obbliqua alla corda E F, eccetto la sola corrispondente al mezzo *d*, che sarà in pari tempo perpendicolare all' una ed all'altra, e che questa obbliquità sarà tanto più grande quanto più il punto *f* sarà distante dal mezzo H.

190. Siccome tutte le potenze *hf*, *ld*, tendono a concorrere al centro L, è evidente che non agiranno per far piegare l'imposta E *d* F, se non perchè avranno delle parallele fra loro; quindi la somma di queste forze parziali o relative, sarà espressa dalla linea che taglierà tutte le loro direzioni ad angolo retto, che qui non può essere che la corda E F: d'onde segue che se dal punto *h* si abbassa la perpendicolare *h m* sopra E F, e che pel punto *f* si conduce ad essa la parallela *f k*, per formare il rettan-

golo $a\,h\,k\,f$; allora $k\,f$, parallela ad $l\,d$, esprimerà una delle forze parziali. Quindi l'azione assoluta di ciascuna lamina d'acqua, corrispondendo ad un punto qualunque f dell'arco, starà alla sua azione relativa come $h\,f$ a $k\,f$.

Supponendo $c\,f$ una parte infinitamente picciola dell'arco E $f\,d$, essa potrà essere riguardata come una retta; quindi si avrà il triangolo rettangolo $h\,f\,c$ simile ai due altri $h\,f\,a$, $a\,f\,c$, supponendo $f\,a$ perpendicolare all'ipotenusa $h\,c$.

Ciò posto chiameremo a l'arco E fE, od F c G; b le corde E F od F G; faremo $p = h\,f$; $h\,a = q$; E $m = x$; $m\,n$ od $a\,f = d\,x$; E $c\,f = z$; $c\,f = d\,z$.

191. Siccome i triangoli simili $h\,f\,a$, $a\,f\,c$, danno $p : q :: d\,z : d\,x$; si avrà $p\,d\,x = q\,d\,z$; integrando quest'equazione diverrà $p\,x = q\,z$, ovvero $p\,b = q\,a$, quando $x = b$, perocchè allora z diverrà eguale all'arco E $c\,d$, il che dimostra nel modo più evidente che il prodotto della potenza p per ciascuna parte infinitamente picciola della corda E F, ovvero la spinta dell'acqua contro l'imposta retta, è eguale alla sua spinta relativa contro l'imposta curva, presa parallelamente ad Ll.

192. La potenza assoluta $h\,f$, essendo stata decomposta in due altre $k\,f$, $a\,f$, il cui concorso forma un angolo retto, si deve osservare che mentre $k\,f$ esprime quante parallele ad $l\,d$ o perpendicolari ad E F ha la forza $h\,f$; l'altra $a\,f$ esprimerà per parte sua quante parallelle ad E F o perpendicolari a $d\,o$, ha la stessa potenza $h\,f$: perocchè per la proprietà dei fluidi, l'imposta curva è spinta in tutte le direzioni dall'acqua di cui è caricata, e questa spinta si ridurrà sempre alla larghezza delle superficie che corrisponderanno alla direzione perpendicolare delle lamine o filetti d'acqua che potrebbero riceverle; e per meglio applicare al nostro argomento questo principio generale, supporremo che la linea $a\,f$ sia tutta prolungata fino in $d\,o$, e che le sia stata condotta la parallela $c\,e$, per avere $a\,c = d\,e$.

Si consideri che il triangolo $h\,f\,a$, essendo simile al triangolo $a\,f\,c$, dà $h\,f : f\,a :: c\,f : a\,c$, ovvero $d\,e$; donde $h\,f \times d\,e = a\,f \times c\,f$, il che dimostra che il prodotto della potenza relativa $a\,f$ per l'arco $c\,f$, è eguale al prodotto della potenza assoluta $h\,f$ per la parte della perpendicolare $d\,o$. Siccome succederà lo stesso a tutti i punti dell'arco E$f\,d$, nelle direzioni parallele ad $l\,o$, il prodotto della stessa potenza $h\,f$ per la perpendicolare $d\,o$ esprimerà la spinta dell'acqua che sostiene lo stesso arco E$f\,d$ secondo una direzione parallella ad E o. Così sarà lo stesso per la spinta che sosterrà l'altra metà dF dell'arco E dF, presa in una direzione diametralmente opposta alla precedente, di cui vedesi che si distruggono reciprocamente, e che non v'è forza che agisca effettivamente per far piegare l'imposta curva se non quella che sostiene l'imposta retta E o F, e che i punti d'appoggio E, F sono egualmente caricati nell'imposta curva che nella retta.

163. Siccome la spinta dell'acqua che tende a rompere nel mezzo l'imposta EdF, non è punto modificata da quella che agisce in direzione parallela alla corda EF da una parte e dall'altra del punto d, poichè non hanno opposizione, non vi è maggior vantaggio a fare le imposte curve piuttosto che rette: avviene soltanto che mentre la spinta parallela ad $l\,d$ agisce per raddrizzare la curvatura EdF, le sue metà sono spinte secondo

le direzioni perpendicolari a *d o*, per piegarle di più e raddrizzare se è è possibile le loro estremità E ed F del mezzo o; il che non merita di essere valutato per la gran differenza che esiste fra le linee *d o* ed oF esprimenti l'una e l'altra spinta.

194. Se alle due spinte curve e rette F *c* G ed F G, si applica lo stesso ragionamento fatto per le precedenti, e si prolungano i lati *k f*, *h a* fino alla linea H G, per avere *n m* eguale alla perpendicolare *f a* del triangolo rettangolo *h f c*, vedrassi pure che $hf \times nm = kf \times fc$, il che dimostra che *la spinta dell'acqua contro l'imposta curva* F *c* G *è la stessa di quella che avrebbe luogo contro la paratoja* H C avente per appoggi i punti H e G. Quindi per quanto possa essere sensibile la curvatura E *d* F *c* G, il carico dei punti d'appoggio E, G sarà sempre espresso da quello che sosterrebbe una sola paratoja E G, mentre le forze opposte da una parte e dall'altra del punto F saranno espresse dallo sporto F H dell'angolo come si è dimostrato nell'articolo 155. Le verità hanno questo carattere che in qualunque senso si considerano, si ravvisano sempre per tali.

195. Qual è dunque il vantaggio che si è preteso trarre dalle imposte curve preferendole alle rette, malgrado la difficoltà di ben eseguirle e la gran spesa che producono? Dirassi forse che le traverse curve hanno più forza che le rette? Ma non abbiamo veduto l'opposto nell'articolo 176, mentre questa curvatura non si può formare che a scapito della resistenza del legname? Per darne giudizio basta riferire ciò che in tale occasione fu eseguito nella chiusa di Mardick.

196. Ogni imposta delle porte curve aveva sei traverse, la prima delle quali, che serviva di ponte al palattiere, avea 20 pollici per 24 di squadratura, e le altre cinque ne aveano 18 ai 21 in opera, e tutte poi 9 pollici di curvatura; perciò era duopo che la prima fosse presa da un pezzo di 20 pollici per 33 di grossezza, e le altre da tronchi che avessero almeno 18 per 20 pollici. D'onde risulta che la resistenza di questi cinque pezzi nel loro stato naturale, stava alla loro resistenza dopo averli indeboliti, come il quadrato di 30 sta a quello di 21, ovvero come 900 a 441; il che dimostra che gli stessi pezzi sono stati indeboliti della metà. Ora domando io, questa perdita è stata compensata dalle forze che le spingevano in un senso parallelo alla corda dell'arco ch'esse formavano?

197. Siccome tutto ciò che abbiamo detto delle porte arcuate si può applicare alle ture, è facile conoscere l'errore di quelli che pensano di farle piuttosto curve che rette, poichè il peso dell'acqua che tende a rompere è sempre lo stesso in un modo o nell'altro; ciò proviene a quanto sembra dall'aver considerato queste ture e le porte arcuate come una parte di vôlta a tutto sesto, i peducci della quale si rinserrano tanto più quanto maggiore è il peso che sostengono per essere tagliati in forma di cuneo, il che è ben lungi dall'accadere nei due casi di cui parliamo. Così saremo sempre esposti a sbagli, quando non saremo in caso di fare una giusta analisi di ciò che si vuol eseguire. Io sarei ben compensato della penosa condizione che m'imposi di consacrare la mia vita all'istruzione di coloro cui parlo, se giugnessi ad ispirar loro le ragioni di meglio applicarsi alla teoria per camminare con passo più sicuro nella pratica; e questo è l'oggetto che mi sono proposto in questo Capitolo. Qual frutto non ne trarrebbe lo stato? È forse questa cosa tanto difficile? Ciò che fanno gli uni,

non possono giugnere a farlo col tempo anche gli altri? Si può impiegarlo più utilmente? E d'altronde ne siamo debitori al Principe che ne stipendia ed alla riputazione; mentre non saremmo scusabili se limitassimo le nostre cognizioni ad alcune regole di misurazione ed a minuti dettagli, delle quali cose soltanto ai semplici muratori e carpentieri è lecito insuperbirsi.

CAPO SESTO

DELLE MACCHINE DA AFFONDARE I PALI, E DI ALTRE PER ESTRARLI; DEL MODO DI COSTRURRE LE TURE, CON MASSIME SU LA COSTRUZIONE DELLE CHIUSE.

La necessità di palificare per istabilire costruzioni in un terreno molle mi costringe a dare in questo Capitolo le migliori macchine state eseguite per affondarli, od entro o fuori dell' acqua; se non interessano quelli che hanno molta pratica, ve ne saranno altri a cui non saranno indifferenti; perocchè bisogna convenire che la condizione di un autore non è punto invidiabile quando scrive su materie come quelle che io tratto, difficilmente si giugne a soddisfare ognuno; altri si lagnano perchè non si trattengono che di cose comuni; gli altri mormorano perchè non se ne dice abbastanza, perchè non avendo che una leggiera cognizione dei lavori, tutto contribuisce alla loro istruzione. Siccome io debbo principalmente avere in vista questi ultimi, credo di non mancare, cercando di soddisfarli, tanto più che troveranno delle osservazioni essenziali che sono forse sfuggite a uomini troppo prevenuti in favore di ciò che sapevano.

SEZIONE I.

Delle macchine da palificare.

198. La figura 1, Tavola [illegible], rappresenta una specie di palco su cui è collocata una macchina per piantare a colpi di mazza un palo come si usa nelle platee accessorie e nelle fascinate dove possono contribuire e il peso del palco e quello dell' uomo. Ma se si tratta di piantar pali di una certa grossezza, bisognerebbe ricorrere ad altri mezzi di cui ci accingiamo di far menzione.

La seconda è un grosso martino fatto di un tronco d'albero, pesante circa 200 libbre, munito di un cerchio di ferro e di varj manichi o impugnature, che si fanno agire da 5 o 6 uomini. Se si volesse colpire con maggiore sicurezza, si potrebbe traforare nel mezzo questo martino e piantare sul palo ben a piombo una verga di ferro come rappresenta la figura che è in fianco; allora il martino cadendo lungo la verga colpirebbe sempre a piombo, ed una verga sola basterebbe per tutti i pali.

La terza rappresenta un battipalo utilissimo; esso è fatto a forma di scanno a tre piedi; questa forma gli dà un vantaggio che gli altri non hanno; cominciando ad affondare un palo, alla cui sommità non si potrebbe giugnere col martino comune, si fa uso della parte inferiore di questo, e quando è piantato ad una certa profondità si capovolge; e a questo martino si applicano uno o due uomini per ogni piede secondo il peso di questa massa.

Prima di passare alla descrizione delle capraberte giova sapere, che nelle costruzioni si fa uso della parola punta (*fiche*) per esprimere la parte del palo che deve essere affondata; per esempio, quando si vuol piantare per 10 piedi, si dice che deve avere 10 piedi di punta; e quando si tratta di metterlo in situazione di ricevere i colpi del maglio, la manovra per disporlo dicesi mettere il palo su la punta.

199. La capraberta comune, figura 4, è composta di due ritti ad incastro B, appoggiati a due braccia G, poggiati ad una trave F ed attaccati alla scala a rastrello E, la quale è commessa superiormente fra i due dritti e al di sotto in una forchetta H, legata con la trave F. Questa scala è munita di piuoli per salire fino alla sommità della capraberta. Il maglio A destinato a piantare il palo D è d'ordinario un grosso tronco di legno cerchiato di ferro all'alto ed al basso per impedire che si fenda; esso ha due maschi od orecchie fermate con chiavi poste di dietro che servono a mantenerlo negl' incastri. Vi è inoltre un anello per ricevere un rampone K, corrispondente a due corde M I L, che passano ciascuna sulla propria carrucola posta alla sommità dei dritti.

Il peso di un montone di legno è d'ordinario 800 libbre circa, innalzato da 20 uomini tirando d'alto in basso altrettanti capi di fune C, attaccati ai precedenti, per lasciarli ricadere per l'azione del proprio peso sopra la testa del palo: il che ripetono colpo per colpo fino a 25 o 30 volte. Allora quello che dirige il drappello, dopo aver numerato le percosse, grida al riposo per riprendere fiato; poscia ricomincia un' altra serie; e così alternativamente, finchè il palo sia profondato a rifiuto di maglio, dopo di che si trasporta la capraberta altrove per continuare a piantare altri pali.

200. Quando si esaminano con qualche attenzione le macchine di cui si fa maggior uso, succede di rado che si trovino eseguite come dovrebbero essere per adempiere perfettamente al loro scopo; essendo quasi sempre difettose nelle parti essenziali che ne alterano considerabilmente l'effetto. Chi crederebbe che la capraberta di cui parliamo, così antica e semplice, sia stata finora in questo caso? Che malgrado tanti uomini abili che ne fecero uso, soltanto da pochi anni si abbia pensato a rettificarla? Per giudicare il merito di tale rettificazione fa duopo esaminare secondo quale meccanismo, gli uomini applicati ad una capraberta fanno agire il maglio.

Un uomo che si serve di una corda per far salire un peso col sussidio di una carrucola tirando verticalmente dall' alto al basso, non agisce se non applicando alla corda parte del peso del proprio corpo, più grande del peso che vuole innalzare; d'onde risulta che un uomo non può elevare con una carruccola un peso eguale a quello del suo corpo per quanto sia d'altronde nerboruto; su la qual cosa devesi osservare che innalzando il braccio per afferrare la corda, e piegandosi poscia quanto gli è possibile

non può far salire che un peso di 70 libbre che è presso a poco quello della metà del suo corpo, valutato comunemente 140 libbre. Abbiamo supposto la corda tesa verticalmente, perocchè se fosse obliqua, la parte del peso del corpo che vi si applicherà sarà tanto minore quanto più grande sarà l'obliquità, presa riguardo all' azione del peso dell' uomo e non di quella del peso che si vuole innalzare, poichè per la proprietà della carrucola, le braccia di leva sono sempre le stesse.

Per applicare questo ragionamento alla capraberta si consideri che 10 uomini applicati ai capi C, corrispondenti ognuno alle corde I L, non possono tirare che obliquamente rapporto alla verticale I N, ed anche riguardo alla direzione delle due corde I L, poichè da una parte e dall' altra fanno un cerchio ove quelli che si trovano diametralmente opposti distruggono reciprocamente una parte della loro azione; il che è in questo caso un difetto inevitabile, poichè bisogna necessariamente che i 10 uomini sieno disposti in cerchio per agire insieme. Non è così dell' obliquità della direzione I L, cho si può rendere più vicina alla verticale, facendo passare la corda M I L sopra una ruota di 4 in 5 piedi di diametro, mentre le carrucole non hanno il loro che di 10 ad 11 pollici; allora non v' ha dubbio che invece di 40 libbre che ciascuno dei 20 uomini della compagnia impiega del peso del proprio corpo per innalzare un maglio di 800 libbre, non ne possa adoperare 9 o 10 di più che diverrebbero qualche cosa per la totalità, il che fu confermato dall' esperienza, poichè impiegando una ruota invece di una carrucola bastano 16 uomini per elevare lo stesso maglio di 800 libbre, trovandosi allora in caso di fornire un peso di 10 libbre. Resta a dimostrare in che modo debbasi costruire la capraberta per sopprimere le carrucole e sostituirvi la ruota.

Se si considera la figura Z vedrassi la pianta ed il profilo di quanto fa duopo cangiare in questa macchina per renderla capace del precedente vantaggio; e siccome questo cangiamento non ha luogo che alla sommità, non ho riferito se non ciò che poteva facilitarne l' intelligenza. A indica le due aste verticali ad incastro, coronate da un cappello B A; ciascuna di tali aste è commessa in una traversa D C posata orizzontalmente a 3 piedi sotto il cappello B. Queste traverse attaccate insieme da un' altra K sostenuta dalla scala G che trovasi disposta in modo da non fare ostacolo al libero movimento della ruota E F, la quale ha il suo mozzo infilato da un asse di ferro quadrato, le cui estremità, servono di perni, ed agiscono sul registro D pel moto della ruota in modo assai più solido che se non fosse unita all' asse. Questa ruota che io suppongo di 4 piedi e mezzo di diametro, misurata nel fondo del canale allontana dalle aste A per circa 3 piedi la corda F I corrispondente ai capi cui sono applicati gli uomini che fanno agire il maglio; il che dà loro una grande comodità per disporsi in cerchio e tirare più parallelamente all' altro capo E H della fune, a cui corrisponde il maglio; tanto più che la scala G non facendo più ostacolo, i 16 uomini si trovano riuniti ad una corda sola e non più divisi in due bande separate, la cui azione non può mai essere perfettamente concorde.

Un altro vantaggio che si trae ancora da questa ruota si è di non avere che un moto alternativo per circa un terzo della sua circonferenza ad ogni percossa, che diviene più viva per l'acceleramento che acquista il maglio; mentre la carrucola, a cagione della picciolezza del suo diametro,

fa presso a poco due rivoluzioni quando il maglio sale o ricade, il che produce maggior resistenza per parte della rigidezza delle funi, come abbiamo dimostrato nella prima parte di quest' Opera, articolo 308. A ciò si può aggiugnere che le stesse corde non si logorano così presto colla ruota, come con la carrucola, poichè si è veduto che a lavoro eguale, una sola durava tanto con la prima come tre o quattro con la seconda.

Pollart, ispettore generale d'Acque e Strade in Francia, avendo fatto rettificare in tal modo le capraberte di cui fece uso per la costruzione del ponte di Poissy sulla Senna nel 1747, se ne trovò così contento che ridusse a 16 uomini le compagnie di 20 che occorrevano prima per far agire lo stesso maglio, economia di cui gli uomini dell'arte sentiranno tutta l'importanza. D'altronde ciò che ho detto spargerà molta luce sul giudizio che si deve dare di altre macchine che mi rimangono da descrivere, senza che sia necessario estendermi tanto come ho fatto su la precedente; ma prima di venire a questo, ecco alcuni dettagli sul modo di valutare il tempo e la spesa che potrà cagionare l'affondamento di un certo numero di pali, secondo la qualità del terreno in cui si debbono profondare.

201. Suppongasi che dopo aver scandagliato il fondo in cui si vuol costruire siasi trovato che la terra cambia in quattro strati diversi, ma paralleli, per la profondità di 16 piedi che è quella del piantamento. Che il primo strato abbia 3 piedi di altezza media, ove lo scandaglio si è profondato 15 pollici ogni volata di 30 battute con un maglio di 800 libbre. Che il secondo strato sia di 6 piedi di grossezza, e lo scandaglio siasi profondato dai 6 pollici ai 9, e dai 2 ai 3 soltanto quando lo stesso scandaglio ha incontrato delle croste. Che nel terzo strato di 4 piedi circa, lo scandaglio non siasi profondato che 4 pollici per ogni volata. Finalmente che il quarto strato in cui si deve far entrare il palo per 3 piedi, lo scandaglio non ne sia entrato che un pollice e mezzo per ogni volata.

Occorre un minuto e 20 secondi per una serie di 30 battute ed altrettanto per prender fiato; a cui aggiugnendo 20 secondi pel tempo che si perde fanno in tutto 3 minuti ogni volata.

Per rimovere la capraberta e drizzare il palo su la punta, occorrono	18'	0"
Per raddrizzarlo quando è obbliquo e mettervi dei puntelli .	6'	0"
Pel primo strato occorrono due volate e 12 battute; siccome ciascuna volata produce un profondamento di 15 pollici, per attraversare questo primo strato occorreranno adunque	6'	32'
Pel secondo strato, occorrono 14 volate e 12 battute, ragguagliando ciascuna volata a 5 pollici di affondamento, per questa seconda operazione occorreranno	42	32'
Pel terzo strato occorrono 13 volate e 15 battute. Che se si riduce ciascuna volata all'affondamento di 4 pollici; per questa terza operazione occorreranno	0	30
Finalmente pel quarto strato occorrono 24 volate, e ciascuna profondando il palo un pollice e mezzo, per la quarta operazione danno	72'	0"
Totale del tempo	185	34

Ne segue adunque che per cacciare un palo a 16 piedi in un terreno quale qui si suppone, occorrono 3 ore, 5 minuti e 34 secondi.

Se si battono i pali giorno e notte per diminuire la spesa degli esaurimenti, il che dà 20 ore di lavoro effettivo, che noi riduciamo a 18 ore, 32 minuti e 34 secondi, perchè nella notte gli operai sono fiaccati dal sonno, vedesi che ogni capraberta non può piantare che 6 pali in 24 ore.

Una capraberta maneggiata dalla forza di 16 uomini pagati ognuno in ragione di 20 soldi per giorno, ed altrettanto per la notte, diretti da due carpentieri, che guadagnano 36 soldi per giorno ed altrettanto per la notte, non potendo piantare che sei pali, la battitura di ciascuno costerà lire 6, soldi 10 ed 8 denari.

Aggiugnendo a questa somma ciò che costerà per armare il palo della sua puntazza, raddrizzarlo e trasportarlo dove si deve piantare, tagliarlo e metterlo a livello degli altri, e finalmente incastrarlo col pezzo, onde dev'essere coronato, si saprà esattamente quanto costerà la mano d'opera. Conscii pertanto di ciò che verrà a costare all'appaltatore si sarà in istato di accordargli un prezzo proporzionato alle spese che sarà costretto di fare. Entrando in simili dettagli per ciascuna specie di lavoro, accordandogli secondo la regola ordinaria un decimo di più per le spese accessorie che sono a suo carico e per indennizzarlo delle sue cure, se ne conoscerà il prezzo con esattezza sufficiente per potersi regolare. Perciò ho creduto che non sia fuor di proposito riferire questo picciolo esempio per contribuire all'istruzione dei principianti, proponendomi di fare lo stesso ogni qualvolta se ne presenterà l'occasione nel corso di quest'opera, e principalmente nel secondo volume.

Lo scandaglio di cui si fa uso per conoscere la qualità del terreno in cui si vuol palificare, è un palo di pari grossezza alla cui estremità è attaccata una verga di ferro bene acciajato la cui cui punta è fatta in guisa che quando si cava trascina seco un pezzo del terreno più basso a cui è discesa.

Per assicurarsene meglio si fa uso dello scandaglio comune o trapano composto di un'asta di ferro colla estremità inferiore a foggia di succhiello, a cucchiajo od a spirale che si riempie dell'ultimo terreno traforato, a misura che discende, si allunga questa verga con varie aste innestate le une sopra le altre per non formarne che una sola fatta girare da due uomini per mezzo di una leva che le serve di testa.

Devesi osservare che quando si pianta un palo in terreno sabbioniccio, la sua superficie soffre un attrito così grande che giunto il palo alla profondità di 15 o 16 piedi non discende nulla più, perocchè la resistenza in questa parte diviene superiore alla percossa di un maglio di 700 ad 800 libbre, alla qual cosa bisogna aver riguardo per non errare quando non si è scandagliato, mentre si potrebbe credere di aver trovato il fondo buono.

Conviene anche sapere che quando si deve piantare un gran numero di pali sotto l'estensione di una fondazione come sotto le spalle di una chiusa, bisogna cominciare da quelli di mezzo e rinculare verso le estremità, perocchè se si facesse all'opposto, le terre di mezzo si troverebbero così compresse, che non si giugnerebbe se non con grande fatica a raggiungere il fondo sodo.

Siccome si fanno palchi alti 5 o 6 piedi per battere i pali di una fondazione, si fa uso di un falso palo onde poterli piantare fino a rifiuto di maglio. Questo è qui indicato dal pezzo M N, fig. 8, cerchiato alle estremità, con una coda O D inchiavata nell' incastro della capraberta, in cui è ritenuta da una chiave per mantenerle sempre nella direzione del maglio; inoltre esso ha al basso una cavicchia di ferro Q, onde legarlo con la testa del palo traforato a tale effetto.

S' impiegano d' ordinario tre falsi pali di lunghezza diversa; si adopera prima il più breve, poscia il medio e finalmente il più lungo. Aggiugnerò che quando il martino colpisce immediatamente la testa dei pali si fa uno sbieco intorno la corona per impedire che si schiantino; con ciò si fa a meno d' accerchiarli.

Non volendo trascurar nulla di quanto può servire all' istruzione dei principianti, credo che non sarà disutile insegnare il modo di mettere comodamente un palo su la punta. Perciò si consideri la figura 7, Tavola 8, che rappresenta di fronte la capraberta ordinaria rettificata secondo ciò che si è detto nell' art. 200, che questa figura rende ancor più intelligibile. Vi si vede distintamente la rnota I K portata dalle due aste D sostenuta dalle braccia E, e trattenuta alla sommità del cappello F G lungo bastantemente per attaccare alle sue estremità due carrucole H su ciascuna delle quali passa una corda attaccata al palo A B ch' essa abbraccia verso i due terzi o tre quarti della sua lunghezza. L' altra estremità L di ciascuna di queste corde passa dietro il braccio E ove sono collocati gli operai che fanno salire il palo mentre altri lo drizzano verticalmente per costringerlo fra le aste della capraberta il che è facile ad intendere. Il tutto sta in questo che gli operai sieno così bene istrutti da agire di concerto, onde questa manovra si faccia più sollecitamente che sia possibile.

202. Siccome l' altezza a cui si può elevare un maglio con la capraberta comune, è limitata allo spazio a cni gli uomini si possono inchinare, tirando la corda a cui sono applicati, e siccome non si può far uso che di un maglio di 800 libbre al più, perocchè altrimenti bisognerebbe impiegare un grande numaro di uomini che non farebbero altro che imbarazzarsi, ed agire secondo una direzione sempre più obliqua alla verticale, si sono immaginate altre specie di capraberte rappresentate dalle figure 5 e 6 per innalzare all' altezza che si vuole un maglio di ghisa di 1400 o 1500 libbre che si fa agire con nna forza mediocre applicata ad un verricello A o ad un argano B.

Ogni colpo di un tal maglio fa molto effetto, ma richiede anche più tempo per manovrarlo, perocchè appena è caduto bisogna attaccarlo di nuovo allo scrocchetto E D, che è una verga di ferro C unito alla fune G che passa sopra una o due carrucole H, avente da nna parte un uncino E che s' introduce nell' anello del maglio, e dall' altra un braccio C D che fa le veci di braccio di leva a cui è attaccata la corda F, che un uomo tira a sè quando il maglio è giunto alla massima altezza; allora lo scrocchetto si volge, esce dall' anello ed abbandona il maglio al proprio peso. Per afferrarlo di nuovo si svolgerà la fune attorta al verricello od all' argano acciò lo stesso operajo possa aggrappare il maglio che si rialza di nuovo.

Per poco che si considerino queste due macchine, vedrassi che non

hanno nessuno dai difetti che feci osservare nella capraberta comune, agendo la forza in direzione sempre perpendicolare, senza perder nulla in forza di qualche ostacolo che si opponga.

La seconda di queste capraberte mi sembra preferibile ad ogni altra simile, per la semplicità che la rende comodissima al trasporto, a misura che bisogna battere un nuovo palo. Inoltre si potrebbe fare a meno d'impiegare un uomo per fare agire lo scrocchetto, del quale basterebbe attaccare la corda al piede di una delle braccia come vedesi in Y, figura 3, Tavola 9.

203. Ecco su la Tavola 9, gli sviluppi di un'altra capraberta per innalzare un grosso maglio, di cui ho veduto far uso per la fondazione della chiusa di Mardick nel 1714; dettaglierò questa macchina più che non ho fatto delle precedenti onde ciò che sarà detto delle dimensioni dei legnami di questa possa applicarsi dal più al meno anche alle altre. Perocchè, quantunque sembri che si debba lasciare agli appaltatori l'esecuzione di questa specie di macchine, fa duopo che l'ingegnere sia in caso di giudicare se hanno le proprietà necessarie per accelerare il lavoro, dovendo tutto concorrere a questo fine ne' lavori idraulici.

La base di questa macchina è composta di tre piattaforme A, lunghe 13 piedi per 8 o 6 pollici di riquadratura, le due prime legate insieme alla distanza di 18 pollici con traverse V della stessa dimensione. Questo telajo è commesso in una quarta piattaforma V Z lunga 21 piedi per 10 e 5 pollici di riquadratura; questo pezzo è ricurvo per 7 pollici presi fuori dell'allineamento delle sue estremità, cioè forma un arco Æ, la cui saetta è di 7 pollici nel senso opposto allo sforzo che può cagionare il peso del maglio; quando l'albero rotante agisce si trova anche rinforzato da una bietta B lunga 6 piedi per pollici 6 a 7, la quale serve di registro all'albero rotante; questi due pezzi debbono essere ben legati da perni e da chiavette. Su la qual cosa devesi osservare che il piano di questa macchina non avendo potuto essere riportato per tutta la sua lunghezza si è dovuto spezzare la piattaforma Y Z per conformarsi allo spazio che rimaneva su la Tavola; dal profilo se ne può conoscere l'estensione.

All'estremità Z vi è un'altra piattaforma TT, eguale ad una delle due prime A, che serve di appoggio ad un monaco Q, alto 9 piedi per 8 a 6 pollici di riquadratura calzato da due puntoni D di 6 a 5 pollici di riquadratura, e questi ultimi pezzi formano insieme la coda della macchina.

Nel mezzo della prima piattaforma è elevato il ritto H avente 22 piedi di altezza ed 8 in 6 pollici di grossezza rinserrato fra le orecchie O del maglio, alle quali corrispondono chiavi di ferro per fermarlo. Questo pezzo è sostenuto da due puntoni R, chiamati braccia del castello, aventi 6 pollici per 6 pollici di riquadratura.

Su la seconda piattaforma è elevato un monaco alto pure 22 piedi colla sezione di 6 pollici in quadro, perforato onde ricevere i maschi, sostenuto d'altronde dalle braccia S di 6 pollici per 6, uno de' quali è accompagnato da piuoli per servire di scala alla macchina. Per maggior solidità il vertice della capraberta è pure legato dagli ascialloni G di 5 a 4 pollici alla trave E ad al monaco Q. In quanto a questa trave si osserverà che essa è di due pezzi separati dal collo dell'albero rotante C, ma collegati insieme da due beccatelli ⊕ che li abbracciano da una parte e dall'altra.

È evidente che tutti questi pezzi si mettono insieme con perni e chiavelle, onde si possa amontare agevolmente la macchina quando si vuol trasportare da un luogo all' altro. Riguardo alla sua azione il meccanismo è così semplice che non occorre arrestarvisi, poichè una semplice occhiata basta per far conoscere che il maglio è sospeso ad uno scrocchetto X legato da un S di ferro ad una corda che passa ad nna carrucola M, figure 1 e 3, e poscia sotto un' altra N attaccata al monaco I; di là va ad avvolgersi all' albero C fatto muovere da quattro uomini spingendo le estremità delle leve F. In quanto alla corda X Y che corrisponde allo scrocchetto, la terza figura dimostra ch' essa ha la sua estremità fermata in Y ad uno dei bracci della capraberta per costringerlo a piegarsi ed a staccarsi dal maglio nell' istante in cui è giunto alla massima elevazione. Si può facilitare quest' azione facendo in guisa che la parte superiore dell' anello del maglio serva di asse ad un cilindro di ghisa acciò lo scrocchetto lo abbandoni più agevolmente, il che è facile da intendersi: perciò passo a calcolare questa macchina che servirà d' esempio per tutti i calcoli delle macchine di questa specie.

204. Siccome l' argano C di 7 pollici di raggio è attraversato da quattro leve di 7 piedi ognuna, presa dall' asse fino al punto in cui si può supporre riunita la potenza, questa potenza non sarà adunque che la dodicesima parte del peso. Valutando 100 libbre la forza che i quattro uomini impiegheranno insieme per innalzare il maglio vedesi che potrà essere di 1200 libbre; su la qual cosa si farà attenzione che per innalzare all' altezza di 7 piedi, fa duopo che l' argano faccia due giri ed un pari numero per ricondurre lo scrocchetto, che è una perdita di tempo di cui non si può sempre disporre.

Si osserverà che gli uomini applicati ad una tal macchina non possono percorrere girando più di 1200 tese ogni ora, o 7200 piedi, e che dovendo percorrerne 44 per ogni giro dell' argano, tanto per avvolgere come per isvolgere la corda, bisognerà che ad ogni colpo facciano un cammino di 176 piedi, cosicchè il palo non potrà ricevere che 40 colpi ogni ora: ma questi saranno violentissimi tanto pel peso del maglio quanto per l' altezza della sua caduta assai maggiore che nella capraberta comune; e per conseguenza il palo potrà profondarsi di più anche in un terreno a banchi assai duri, il che può indennizzare della lentezza di questa macchina: perciò vi sono circostanze che possono determinare a preferirla.

Il difetto di questa capraberta è quello di essere formata da un gran numero di pezzi di legname, che la rendono difficile da cambiar posto ad ogni palo che bisogna battere; mentre invece conviene che queste macchine sieno più leggiere che sia possibile, condizione in cui si trova quella rappresentata dalla figura 16, il cui servigio sarà pure assai più pronto, perchè le leve dell' argano B essendo più brevi, vi vorrà minor tempo a fare una rivoluzione; è vero che invece di quattro uomini ne occorreranno 6, ma si avrà il compenso della maggior celerità nel lavoro.

205. Allorchè si vogliano piantare dei pali in un fiume o in qualunque altro luogo ove esista molta profondità d' acqua nella quale si dovrebbe fare una tura per asciugarne una parte onde stabilirvi gli operaj, si costruisce un palco volante congiungendo due grandi battelli con un tavolato solido, su cui s' innalza la capraberta come si è rappresentato nella Tavola 10.

Vedesi che questa macchina è costrutta in modo che invece d' impiegare un verricello od un argano per muovere il maglio, vi si applica una ruota a timpano in cui debbono girare gli uomini.

La prima figura dimostra la macchina veduta posteriormente, la seconda, la stessa veduta secondo la sua lunghezza, la terza la rappresenta veduta per dinanzi, e la quarta esprime la pianta della sua base. Siccome questi sviluppi sono relativi alla scala, non mi arresterò a dettagliare tutte le parti essendo chiare abbastanza da non aver bisogno di altra spiegazione.

206. A Bajona si è fatto espressamente un battello a guisa di puntone chiamato *gabarra*, che da solo porta la capraberta, che serviva a profondare i pali piantati all' imboccatura della Doure, per la costruzione delle famose dighe che si sono fatte da poco in qua, e di cui parleremo in seguito coi maggiori dettagli. Questa gabarra col suo castello si trovano così bene sviluppati nella Tavola XI, che non occorre se non qualche attenzione per giudicare di tutte le parti che la compongono, essendovi ben distinti i pezzi di legname. D' altronde siccome i costruttori di vascelli nei porti di mare, od i carpentieri che lavorano alle barche fluviali, sono più al fatto di ogni altro sulla fabbricazione di queste opere, si può dipendere da essi per l' esecuzione, quando sia loro dato il disegno di ciò che si avrà in vista. Perciò mi basta di riferirne alcuni chiaramente espressi per fornire delle idee riservandomi ad estendere più o meno il ragionamento di cui possono essere suscettibili, secondo l' importanza del soggetto; altrimenti se volessi essere del pari scrupoloso a non ommettere nulla, non finirei mai; si moltiplicherebbero i volumi con semplice perdita del lettore, a cui si devono accordare le cognizioni che può naturalmente dedurre da sè. Aggiungerò soltanto che per la prima volta su questa gabarra s' impiegò invece della carruccola D, la ruota di cui abbiamo parlato nell' art. 200, per rendere la direzione della corda D H del maglio meno obliqua alla verticale.

207. Siccome si danno molti casi di piantare dei pali inclinati per dare maggior forza a certe costruzioni destinate a sostenere la spinta delle acque o delle terre, e non ho veduto in alcun libro macchina a tale uopo, eccone una sviluppata da tre disegni riferiti su la Tavola XII, il primo dei quali che ne è la pianta, è composto di quattro piattaforme sopra una delle quali A B sono elevate le aste C, D, E, F segnate colle stesse lettere, nella seconda e terza figura, che ne fanno vedere l' elevazione ed il profilo e per conseguenza l' inclinazione che questi stessi pezzi hanno su la loro base; i due di mezzo E, D, veduti di rovescio, come pure gli altri, servono d' incastro al maglio G, le cui orecchie H sono fermate da perni messi di traverso per tenerle sempre fermate. Queste aste istesse eccedono l' altezza del cappello I onde portare la carrucola K su cui passa la corda che fa agire il maglio. Due legami L, M, in forma di puntello, sostengono la commessura dei pezzi formanti la parte anteriore della macchina ed in pari tempo l' asse N, comune a due ruote a timpano, su ciascuna delle quali è avvolta una fune, ma in senso opposto, affinchè queste due ruote girando insieme, una delle corde si avvolga mentre l' altra si svolge e reciprocamente, mentre una terza corrispondente all' asse, si svolge o si avvolge secondo che il maglio sale o discende. Per esempio quando si vuol elevare si tira la corda T che si sviluppa sopra il grande timpano P; allora la seconda V si avvolge sul picciolo O, e la terza corrispodennte al

maglio G si avvolge all'asse N, e quando il maglio è giunto alla sommità dell'incastro, si tira la corda Z dello scrocchetto ed il maglio precipita.

Per poter ricominciare la stessa manovra si tira la corda V della piccola ruota; allora l'altra T si avvolge su la grande a misura che la precedente si sviluppa, il che fa pure la terza Y, tirata d'alto in basso dal peso dello scrocchetto che si aggrappa al maglio, dopo di che si agisce come prima per farla salire di nuovo.

208. La grande ruota P si suppone che abbia 6 piedi di diametro, la picciola O tre piedi, e l'asse N, uno; perciò la potenza T, corrispondente alla grande ruota, starà al peso del maglio come 1 a 6; vedesi quindi che 6 uomini potranno far salire facilmente un maglio di 900 libbre, non supponendo in essi che una forza di 25 libbre, che è la minore che si possa ammettere in un lavoro come questo, tanto più che il maglio posando sopra un piano inclinato, la corda Y non ne sostiene affatto il peso assoluto; ma non ho riguardo al sollievo che da questa disposizione riceverà la forza che io suppongo distrutta dagli attriti della macchina.

Si concepirà facilmente che, dando ai puntelli L M, maggiore o minor lunghezza, s'inclinerà a piacere l'incastro secondo la situazione che si vorrà far prendere al palo, e che si potrà anche mettere l'incastro perpendicolare per battere verticalmente, facendo in guisa che i maschi al di sotto dei puntelli, invece d'incastrarsi nelle piaghe S delle piattaforme, lo sieno in altre R fatte a tale uopo.

209. Dopo aver dato diversi metodi di piantare i pali, eccone due per isvellerli in caso di bisogno, il che succede talvolta quando si vogliono stabilire nuove costruzioni nei luoghi ove rimangono antiche vestigie od anche per mettere in opera pali che non servono più, come è avvenuto nella demolizione di Dunkerque, ove si è fatto uso della maggior parte dei legnami cavati dalle dighe e dal porto, per formare la chiusa di Mardick.

La quinta figura rappresenta una gabbia di legname sostenente una vite B ed il suo dado D, collocata sopra un palo A, la cui testa si suppone traforata per ricevere una caviglia di ferro che serve ad afferrare il palo col mezzo di una fune o catena sospesa all'uncino rappresentato nella figura 6. Facendo girare il dado come un argano col sussidio di leve, la vite è costretta a salire e costringe il palo a seguirla; la sola difficoltà sta nel poggiare la macchina sopra un fondo abbastanza solido per resistere allo sforzo della vite. Se il palo fosse sommerso, si potrà far uso di un palco volante situato sopra battelli.

210. Ecco un'altra macchina fatta presso a poco come una capra, espressa dalle figure 4 e 7, che sono abbastanza chiare per sè stesse da non aver bisogno di altra spiegazione. Il suo scopo è quello d'innalzare con la sua estremità L una trave G L messa sopra un appoggio B, a guisa d'altalena, perocchè nel punto K si è fatto un incavo che gl'impedisce di trascorrere. Supporremo che la lunghezza della trave divisa in 9 parti eguali, e l'intervallo G K ne valga uno, per cui il residuo K L sarà di 8; suppongo inoltre che questa trave sia ferrata alle estremità come comporta il suo maneggio, che è quello di strappare il palo C. Bisogna immaginarsi che dapprima essa trovasi nello stato rappresentato con punteggiatura, che quindi con una corda attaccata alla sua estremità O, la quale dopo

essere passata su la carrucola termina al verricello della macchina, venga messa in moto e si innalzi l' estremità L della trave nella posizione in cui si vede per aggrapparo la fune che abbraccia il palo all' altra estremità G. Allora, rallentando il verricello, si abbandona la trave al proprio peso, che ajutato dal braccio di leva, agisce con molta forza sul palo, come vedrassi.

211. Per calcolare l' azione di questa trave noi la supporremo di 18 piedi di lunghezza per 12 pollici di riquadratura, quindi, secondo ciò che precedentemente si è detto, G K sarà di 2 piedi di lunghezza e K L di 16. Aggiugnerò che il piede cubico di legno di quercia secco pesa circa 60 libbre, e ci serviremo di questo dato nel calcolo di cui si tratta. Volendolo fare con precisione, bisogna prendere K H, eguale a G K onde riguardare queste due parti del peso della trave come in equilibrio fra loro: poscia immaginare che il rimanente del peso H L sia riunito nel mezzo A, centro di gravità della stessa parte H L per far le veci della forza che deve agire sul palo, facendo attenzione che questa forza sarà di 840 libbre, che è il peso di 14 piedi cubici di legno di quercia, corrispondenti al braccio di leva K A di 9 piedi, mentre il braccio X G della resistenza ha soli due: così nello stato d' equilibrio la potenza A di 840 libbre starà alla sua azione sul palo per istrapparlo, come K G sta a K A, ovvero come 2 a 9. Calcolando si troverà che quest' azione è di 3780 libbre che si possono aumentare con le scosse che daranno gli operai saliti sull' estremità R L. Che se si suppongono quattro uomini agenti insieme per questo, e sostenentisi a corde D sospese al vertice della macchina, per impedirne la caduta, questo pesando insieme 600 libbre all' estremità del braccio di leva K Q, sestuplo di K G, il loro sforzo sul palo sarà di 3600 libbre, che aggiunto alle 3780 danno 7380 libbre per la forza onde il palo sarà tirato all' insù.

Il maresciallo di Belle-Isle, dopo aver fatto passare il Varo, nel 1714, all' armata degli Alleati, che si erano proposti la conquista della Provenza, li inseguì nel contado di Nizza, di cui s' impadronì. Per facilitare la comunicazione con la Francia fece costruire su lo stesso fiume due ponti magnifici, ciascuno di 300 tese di una solidità capace di resistere all' impeto di uno dei più forti torrenti dell' Europa, nei tempi delle escrescenze a cui è soggetto.

212. Nel conchiudere la pace l'anno 1749, si trattò di evacuare la contea di Nizza e di distruggere gli stessi ponti che comprendevano una selva di pali che si desiderava di cavare interi, benchè fossero piantati 12 in 15 piedi nel letto del Varo; comunicai a Guil, brigadiere dell' armata del re, che avea fatto fare questi ponti, il disegno della macchina di cui si tratta, e ch' ei fece eseguire molto esattamente. Volendone far la prova su pali anticamente profondati su la riva del fiume, ne facemmo cavare diversi piantati 12 in 13 piedi in un terreno assai grasso d' onde non si sarebbero cavati con nessun altro mezzo, non avendo quasi nessuna presa mentre erano stati recisi fino alla radice. Furono da principio così tenaci che si ruppero le funi prima di smoverli, se ne sostituirono di nuove ad ogni palo, ciascuno dei quali fu estirpato con sorprendente facilità in meno di 4 o 5 minuti.

213. Un modo semplicissimo di aumentare prodigiosamente la forza di questa macchina sarebbe quella di far uso del verricello per tirare al basso l' estremità L della trave per quanta resistenza possa opporre il palo C.

A tale effetto, dopo aver messa questa trave nella situazione G L, figura 4 e 7, bisognerebbe smontare le carrucole M, N, armate come sono, perocchè la trave si sosterrà da sè; attaccare con un S la cassa della prima M all'anello F, poscia attaccare anche l'altra carrucola N al piede della macchina per avere un punto d'appoggio; allora si tirerebbe facilmente la trave al basso, facendo agire la forza applicata alla leva del verricello.

Ma ciò che più di tutto questo può produrre un grande effetto si è il battere a colpi di maglio l'estremità dalla trave. L'imbarazzo sarebbe soltanto quello d'impiegare il maglio ordinario, per conseguenza due macchiue diverse, ma si potrebbe facilmente farne una che riunisse le proprietà di amendue.

214. Una nuova macchina palificatoria, che a parer mio è la più vantaggiosa che siasi finora impiegata, avendo l'eccellente proprietà di non far perder tempo nello avolgere la fune dell'argano ogni volta che si vuol attaccare di nuovo il maglio, come in quelle di cui si è parlato uegli articoli 202, 203 e 204, è quella stata inventata da Vanloüé, abile orologiajo di Londra, che l'immaginò per la costruzione del famoso ponte di Westminster, ove fu messa in moto da cavalli sopra una gabarra, e con tanto successo che il dotto Desaguliers, che ne parla nel suo *Corso di Fisica Sperimentale*, pretende faccia un lavoro cinque volte maggiore delle macchine ordinarie, che è tutto quanto si può sperare di più fortunato per l'esecuzione dei lavori fatti nell'acqua, ove l'economia del tempo è sempre di grande conseguenza, tanto per la spesa degli esaurimenti, quando bisogna lavorare all'asciutto, quanto nei mari o nei fiumi che hanno flusso e riflusso ne' quali il tempo è circoscritto dalle maree. Devesi dunque molta riconoscenza a coloro che somministrano mezzi spedienti di superare le difficoltà che s'incontrano in simili casi. E non si avrebbe talora il diritto di rimproverare agli uomini l'esser poco grati a ciò che fanno gli artisti pei bisogni della società?

La cognizione di questa macchina essendo passata in Francia poco dopo essere stata immaginata, ho saputo che se n'era fatto uso pel ristabilimento del ponte di Seve sulla via da Parigi a Versailles, ove fu messa in moto da uomini; ma siccome il motore non cangia molto il meccanismo, ed il punto essenziale è d'intenderlo bene, tenterò di presentarlo con la precisione che mi è sembrato potersi dare alle parti principali, abbandonando la determinazione delle altre alla capacità di quelli che sentiranno la necessità di appropriarli alle circostanze dei luoghi.

215. Per intendere questa macchina bisogna prima sapere che l'argano è composto di due parti V e Z, tav. 25, fig. 2; la prima è un albero mobile avente al basso un perno ed una ralla incastrata nella piattaforma *i* ed alla sommità *g*, un asse intorno al quale può girare liberamente la seconda parte Z, chiamata tamburo, sul quale si avvolge la corda corrispondente al maglio, quando questo tamburo trovasi fermato all'albero nel modo che diremo, altrimenti può agire in senso contrario e svolgere la fune stessa; ben inteso che l'asse il quale unisce questi due pezzi è ritenuto nella trave *n*. Siccome il tamburo deve essere più leggiero che sia possibile per girare facilmente, aggiugnerò che conviene farlo incavato dandogli la forma di una lanterna, cioè facendolo con due dischi legati da fusi.

216. Ciò posto si saprà che il maraviglioso di questa macchina si riduce a due pezzi rimarchevoli, il primo è una tanaglia A C E D, che serve ad attaccare il maglio, la quale si apre da sè stessa per abbandonarlo al suo proprio peso appena è giunto alla sommità della capraberta; il secondo è uno scrocchetto fatto nell' albero dell' argano, la cui proprietà è quella che gli operai applicati alle leve girando sempre nello stesso senso senza mai retrocedere, la tanaglia discende e segue immediatamente il maglio per afferrarlo di nuovo, il che succede con una celerità che non lascia quasi intervallo fra la caduta e la salita, e così alternativamente nel modo più semplice senz' altra manovra che quella di girare l'argano. Tranne questi due pezzi, tutto il rimanente non comprende nulla che non sia comune alle altre capraberte. Si osserverà soltanto che il maglio è compreso fra i due incastri S T, le sue orecchie corrispondono al mezzo della sua grossezza, perocchè gli stessi incastri servono anche a contenere quelli della tanaglia che afferra l' anello F.

Questa tanaglia, che può avere 18 pollici d'altezza, è rappresentata in grande dalle figure 3 e 4. Essa sta rinchiusa in una cassa di ferro o di bronzo I K L M, in cui è trattenuta dalla cavicchia B che lega queste braccia e in pari tempo la cassa B R B, figura 4, sospesa alla corda *d* R, figura 1, 2, che passa su le carrucole *d*, *g*; e di là va a metter capo al tamburo Z dell' argano.

Acciò la tanaglia si mantenga chiusa fra queste due braccia A B D B vi è una molla G H attaccata nel punto G che costringe le sue estremità A, D a divaricare, il che non può avvenire senza che le punte C e D si serrino, a meno che una causa più forte dell' azione della molla non sopraggiunga a separarle, il che succede in due modi diversi.

Quando la tanaglia sale col maglio e si avvicina alla sommità della capraberta, le braccia curve entrano come sono senza difficoltà in una lunetta Y, figura 1 e 5, praticata in mezzo al cappello *abc*; ma poco dopo trovandosi la lunetta troppo stretta, le braccia sono costrette ad avvicinarsi facendo piegare la molla ed aprono le branche C, E, che allora abbandonano il maglio. Ma appena ha dato la sua percossa, uno degli operaj abbandona lo scrocchetto; il tamburo, non essendo più attaccato all' albero, gira rapidamente, perchè ve lo costringe la fune tirata dal peso dell' armatura della tanaglia, il che si effettua così prontamente che questo peso di quaranta libbre circa cade con bastante violenza acciò le branche C, E, si aprano appena che incontrano l' anello F del maglio, cui esse si attaccano serrandosi di nuovo tosto che la molla che si era piegata stendesi di nuovo. In questo momento l' operajo che maneggia lo scrocchetto gli lascia ripigliare la sua naturale situazione, che è quella di unir l' albero al tamburo ed il maglio torna a salire. Rimane da spiegare in qual modo agisce lo scrocchetto.

217. Per spiegare ciò che vorrei seguire onde rendere immancabile l' azione dello scrocchetto si osservi la figura 6, ove N O I K rappresenta in profilo l'albero rotante sopra il quale si trova il disco P Q che serve di base al tamburo, e si vedrà che per liberare questi due pezzi dall' attrito si è incastrato nel mezzo del primo un registro di ghisa K S la cui parte sporgente ha sette linee di rilievo sopra il cerchio O I, e che sotto il disco vi è un simil pezzo T V posato sul precedente ma in direzione opposta, d'onde

risultano 14 linee d'intervallo fra la base PQ del disco e la sommità OI dell' albero. Il primo è infilato dall' asse del tamburo ed ha una vite di ferro quadrata inchiavata nell' albero in modo da non poter girare con esso mentre il tamburo può rotare da solo quando è lasciato in libertà.

Bisogna inoltre immaginarsi che il rettangolo GHIK rappresenti una delle due grandi faccie opposte di una cassa piatta di ferro; queste due faccie distanti 16 linee e mantenute solidamente quant'è possibile, con le quattro altre, due delle quali corrispondenti ad HI ed IK debbono essere assottigliate per le ragioni che or ora diremo. Questa cassa che si suppone allogata e fermata in un' intaccatura della stessa capacità fatta nel corpo dell' albero, contiene una molla d' acciajo EF attaccata alla faccia HG, e lo scrocchetto composto della sua testa ALM, della coda AC e del manico AD è di ferro in un sol pezzo grosso 16 linee, col suo centro di moto nel punto A.

Supporremo pure che la testa LM dello scrocchetto essendo retta, come vedesi rappresentata, ecceda di un pollice la superficie del cerchio OI, che allora sia appoggiata contro un dente B che sporga pure di un pollice sotto il cerchio PQ, avente all' intorno un pari numero di denti, tutti alla distanza di 3 pollici della circonferenza del cerchio stesso. Ciascuno di questi denti, che ha due pollici di larghezza ed uno di spessore, è attaccato al disco con due radici che formano una specie di staffa.

Vedesi che il loro oggetto è quello di attaccare la testa LM dello scrocchetto, e di costringere il tamburo a girare con l'albero che ha tutta la conveniente solidità per non temere che venga a mancare nella loro azione, quand'anche il maglio pesasse 10000 libbre, perocchè la testa dello scrocchetto, che ha pollici due e mezzo di larghezza per 16 linee di spessore, trovandosi appoggiata immediatamente contro la sua cassa, non giugne a 9 linee di braccio di leva nella posizione in cui fatica di più.

218. Inteso bene tutto questo e supposto l'argano in azione, si saprà che appena la tanaglia è entrata nella lunetta del cappello della capraberta, essa abbandona il maglio.; l' operajo che spinge la leva corrispondente allo scrocchetto appunta sul manico D, lo fa inclinare fino ad incontrare una cavicchia Z che attraversa la cassa; allora trovandosi nella posizione come si vede punteggiato, avendo abbandonato il dente che sosteneva, il tamburo fa la sua rivoluzione e la tanaglia afferra di nuovo il maglio. Appena lo stesso operajo abbandona il manico dello scrocchetto, esso riprende la situazione di prima, al che lo costringe la molla EF che non lascia di spingere la coda AC; quindi la testa LM si applica di nuovo contro uno dei denti del tamburo, appena l'albero comincia a girare. Rimangono a spiegarsi le dimensioni che convengono alle parti descritte per renderle capaci dell' effetto che abbiamo detto.

Avendo dato un pollice di sporto alla testa dello scrocchetto sopra il margine HI della sua cassa, ed altrettanta altezza ai denti, l' uno e l' altro avranno due linee di agio fra le superficie PQ, OI, poichè esse hanno 14 linee d' intervallo. D' altronde, se si danno 7 pollici all' altezza AB di questa testa e si colloca la cavicchia Z in modo che per incontrarla il manico D abbia a descrivere un arco di 30°, è dimostrato che avendo tale inclinazione, la testa dello scrocchetto sarà interamente separata dal dente ch' essa sosteneva, poichè si troverà discesa un pollice. Infatti, se si descrive il trian-

golo equilatero AVX, ciascun lato del quale sia di 7 pollici, la perpendicolare AB di questo triangolo non ne avrà che 6, perocchè il suo quadrato essendo tre quarti di quello del lato AX, il primo varrà circa 36, ed il secondo 49, che danno 6 e 7 per radice.

Riguardo alla lunghezza della coda AC dello scrocchetto, non mi vi trattengo punto, perocchè dipenderà dalla posizione della molla EF, il che lascio alla destrezza di un abile fabbro ferraio. Aggiugnerò soltanto che se si dà un piede di raggio all' albero rotante, ed altrettanto a quello del tamburo, si potranno porre 13 denti sotto la sua base distanti sei pollici circa. Supponendo 8 uomini applicati a leve di 8 piedi di lunghezza che ridurremo a 7 pel calcolo della macchina, e che ciascuno di essi abbia una forza di 30 libbre, che è quella che ragionevolmente si può supporre quando sono cambiati ogni due ore, comporranno insieme una forza di 240 libbre che sarà capace pel vantaggio che le dà la sua leva, d' innalzare un peso di 1680 libbre e per conseguenza un maglio di 16 quintali, considerando le 80 libbre che rimangono, come equivalenti al peso della tanaglia ed alla resistenza cagionata dall' attrito.

219. Non è già indifferente per giudicare dell' effetto delle capraberte in generale, l' osservare che le più grandi velocità dei magli non sono punto nella ragione della loro caduta, come volgarmente si pensa; ma bensì secondo le radici quadrate delle stesse cadute. Quindi avendo due magli di egual peso uno cadente dall' altezza di quattro piedi e l' altro da quella di sedici, le loro velocità che potranno esprimere pure le loro percosse, staranno come 2 a 4, mentre i tempi della loro salita saranno nel rapporto delle cadute, cioè di 4 a 16, se sono elevati con velocità uniformi come d' ordinario succede. D' onde segue che nel caso in cui il profondamento di un palo ad ogni percossa fosse proporzionato alla velocità del maglio, si perderebbe più tempo innalzandolo a 16 piedi invece di 4, che non si guadagnerebbe di velocità, siccome in quest' esempio, in cui occorre un tempo quadruplo per non avere che una doppia velocità; per conseguenza sarebbe meglio dar quattro percosse provenienti da una caduta di 4 piedi, che una acquistata da una caduta di 16, al che bisogna aver riguardo per ottenere il maggior effetto.

Se i magli fossero di peso diverso, per esempio uno di 700 e l' altro di 1500 libbre, la caduta del primo da 5 piedi, come nella capraberta comune mossa a forza di braccia, e quella del secondo da 16; le loro percosse sarebbero allora nella ragione composta della loro massa e velocità, cioè come $700 \times \sqrt{5}$ sta a $1500 \sqrt{16}$, ovvero nel rapporto di 1750 a 6000 libbre.

Ciò posto si potrà valutare la quantità di moto che converrà ad un maglio secondo la forza dei pali che si vorranno piantare, quindi soltanto per quelli a cui bisogna dare molta lunghezza ed una grossezza proporzionata, si sono immaginati i magli a scrocchetto onde poter aumentare il peso e la caduta del maglio, il cui effetto era molto limitato con la capraberta comune, senza curarsi se le grandi cadute cagionino più perdita di tempo che non producano velocità nel caso in cui molte percosse non facessero insieme l' impressione di una sola più analoga alla massa del palo. Siccome questa cosa merita di essere sviluppata, se ne giudicherà da ciò che segue.

Avendo due pali uno di 12 piedi di lunghezza per 10 pollici di squadratura, l'altro di 48 piedi per 16 e 16 pollici di grossezza; il primo sarà di piedi cubici 8 1/3 ed il secondo di 85 1/3; ciascuno dei quali valutato del peso di 60 libbre, la massa del picciolo sarà di 500 e quella del grande di 5120. Suppongo ora che siasi esperimentato che in un certo terreno omogeneo un palo simile al primo, battuto con un maglio di 700 libbre, la cui caduta era di 5 piedi, vi si piantasse uniformemente per un pollice ad ogni percossa, e che si voglia conoscere quanto si pianterà il secondo palo, facendo uso della stessa capraberta.

È certo che dopo i primi colpi la punta del secondo palo non sarà piantata più presto, che il fondo presenterà una resistenza maggiore che nel primo, nella ragione dell'aumento della sua base che è presso a poco come 2 a 5; quindi il maglio di 700 non farà maggior effetto che se fosse ridotto ai due quinti del proprio peso, cioè a 280 e che la resistenza restasse la stessa come nel primo caso.

Ovvero per aver riguardo in modo più generale, si può dividere la massa del maglio per la superficie della squadratura del palo che devesi piantare, come faremo in seguito dei nostri calcoli che non possono essere intesi bene se non richiamandosi attentamente ciò che abbiamo insegnato nella prima parte di quest'opera, ove si è dimostrato *che un corpo in moto incontrandone un altro in riposo, la quantità di moto sussiste intera dopo l'urto, ma divisa fra i due corpi: come se la massa di quello che è mosso fosse aumentata da quella del corpo in riposo e la sua velocità diminuita in proporzione,* dal che abbiamo concluso, *che dividendo la quantità di moto che aveva il corpo mosso, all'istante dell'urto, per la somma delle due masse, si avrà la velocità colla quale i due corpi agiranno insieme.*

Secondo questo principio quando due magli M, m, le cui cadute sieno H, h, urteranno ciascuno un palo P, p le cui basi sono B, b; la loro velocità V, u dopo l'urto si potrà esprimere con $\frac{M \times \sqrt{H}}{B(M+P)} = V$ ed $\frac{m \times \sqrt{h}}{b\,(m+p)} = u$, formole di cui faremo uso secondo il caso; sopprimendo $\sqrt{H}$ e $\sqrt{h}$, e B, b, quando le cadute sono eguali e quando si sarà ridotto il peso del maglio per tener conto della resistenza del terreno secondo la grossezza dei pali. Quindi nella precedente supposizione si avrà $M = 700$, $m = 280$; $P = 5120$ e $p = 500$, che cangia le formole in queste $\frac{M}{M+p}$ ed $\frac{m}{m+P}$ che daranno $\frac{700}{700+500}$ e $\frac{280}{280+5120}$, ovvero $\frac{7}{12}$ e $\frac{7}{135}$, che ridotte allo stesso denominatore divengono $\frac{945}{1620}$ ed $\frac{84}{1620}$, il cui rapporto è presso a poco di 34 a 3 per quello della velocità del primo palo a quella del secondo ad ogni percossa. Per conseguenza l'affondamento stando pure nello stesso rapporto, come si può supporre, succederà che se quello del primo è di un pollice ad ogni percossa quello del secondo varrà un poco più di una linea, il che renderebbe l'opera di una lentezza insopportabile se non si facesse uso di un altro maglio il cui effetto fosse in maggior relazione con la resistenza del terreno e la massa del palo, tale come un maglio che avesse (come abbiam supposto poc'anzi) libbre 1600 di peso e 16 piedi di caduta. Noi possiamo farlo servendoci delle formole generali in cui si suppone $M = 1600$,

$\sqrt{H} = 4$, $P = 5120$, $B = 5$ ed $m = 700$; $\sqrt{h} = 2\frac{1}{4}$, $p = 500$, $b = 2$; d' onde si deduce $\frac{1600 \times 4}{5\,(1600 + 5120)}$ e $\frac{700 \times 2\frac{1}{4}}{2\,(700 + 500)}$; ovvero $\frac{6400}{33600}$ e $\frac{1576}{2400}$, ovvero $\frac{4}{21}$ e $\frac{21}{31}$, che ridotte allo stesso denominatore divengono $\frac{128}{671}$ e $\frac{441}{671}$, il cui rapporto è presso a poco come 16 a 55 per quello della velocità e dei profondameuti del grosso e picciolo palo. Si dirà adunque, se 55 dà 12 linee pel piantamento del picciolo palo, quanto darà 16 per quello del grosso? Si troveranno circa 3 linee e mezza. Avendo veduto che quest' ultimo non doveva piantarsi che di una linea col maglio ordinario, ne segue che l' effetto del suo maglio sta a quello di 1600, come 2 sta a 7.

Il terreno non resiste soltanto dal basso all'alto allo sprofondamento dei pali, secondo la maggiore o minor superficie della loro base, bisogna pure aver riguardo all' attrito della loro superficie cagionato dalle terre compresse all'intorno e che tendono ad empiere lo spazio che occupavano prima di essere state spostate, il che dà luogo ad una spinta per parte loro che cresce a misura che i pali hanno maggior perimetro ed acquistano maggior profondamento, com' è naturalissimo. D'onde risulta ch' essi debbono piantarsi tanto meno in ciascuna percossa successiva quanto sarà maggiore il numero dei colpi già ricevuti, il che si può esprimere con una progressione aritmetica decrescente. Non è già che l' attrito non aumenti non solo a misura che la lunghezza del piantamento aumenta a cagione del carico di quelli che li affondano, che fanno sì che la progressione dell'attrito è piuttosto geometrica che aritmetica, ma mi atterrò a quest' ultima, attesa la semplicità, non trattandosi qui che di fissare l' attenzione per dedurre delle conseguenze.

Da questa supposizione consegue che se dopo un certo numero di volate, per esempio di 6, da 30 percosse ognuna, un palo si fosse approfondito per 14 pollici durante la sesta, e che nella settima non fosse disceso che 12 pollici soltanto, che nell' ottava non dovrebbe profondarsi che 10, poichè la differenza che regna nei termini della progressione è 2; quindi nella tredicesima il suo profondamento non sarà che di un pollice, e verso la fine della quattordicesima diverrà tanto insensibile, che si potrà riguardare come nullo, poichè nell' undicesima percossa di questa volata non si profonderà che di una linea.

Volendo risalire alla prima volata per sapere quale ne sia stato l'effetto, bisogna moltiplicare il numero dei termini che precede il sesto nella progressione, cioè 5 per 2, differenza di questi termini, aggiugnere il prodotto 10 al valore del sesto, e si avranno 24 pollici pel profondamento cercato, e così degli altri.

Si conoscerà del pari per la regola delle progressioni che dopo tredici volate, il palo si sarà introdotto 147 pollici, ovvero per 12 piedi e 3 pollici.

Segue da ciò che precede che quando si vede un palo che non si profonda più dopo un certo numero di volate, si cadrebbe in error grave, come ho già detto, a concluderne che abbia toccato il fondo buono, poichè la sola resistenza dell' attrito che prova la superficie, può divenir superiore all' effetto del maglio. Dunque soltanto collo scandaglio si conoscerà il vero, il che merita molta attenzione specialmente quando si tratta di piantare grossi

pali per la costruzione di un ponte di legno, o di qualunque altra opera eretta nell' acqua; altrimenti sarebbe da temere di non piantarli abbastanza, riferendosi al massimo effetto di un maglio comune, poichè potrebbe succedere che le terre trovandosi in seguito meno costipate lasciassero ai pali aggravati di tutto il loro peso maggior libertà di discendere, il che può mettere l' edificio in pericolo di ruinare.

La terra grassa è molto soggetta a produrre tale effetto; vedonsi pure talvolta dei pali dopo essersi rifiutati alla quarta o quinta volata di maglio, risalire sensibilmente di qualche pollice, perchè essa si attacca alla loro superficie, e senza disunire le sue parti piega dapprima insieme, ma poco dopo ripiglia tutto il primo livello in forza della sua elasticità. Così si può dire che di tutti i terreni su cui si vuol fondare, l' argilloso è il più cattivo essendo sempre periglioso lo smuoverlo piantandovi corpi stranieri il che farò osservare a suo luogo in tuttele circostanze, ma me ne dispenso frattanto per tema che questo soggetto mi conduca a soverchie digressioni.

Sezione II.

Della costruzione delle ture per facilitare l' esecuzione delle costruzioni idrauliche.

Le ture che si fanno per asciugare un terreno su cui si vogliono eseguire delle fondazioni richiedono molta cura per renderle ben solide e capaci di resistere alla spinta di una grande altezza d' acqua, all' agitazione del mare o alla rapidità della corrente di un gran fiume. Siccome la differenza dei casi ne fa nascere necessariamente nella costruzione delle opere di questa specie, sarebbe questa l' occasione di trattare a fondo una materia così importante, poichè da essa dipende sovente il successo delle opere della maggior utilità, senza parlare dell' economia che ne risulta; ma siccome soltanto con esempi luminosi si possono rendere sensibili tutte le considerazioni a cui bisogna aver riguardo per assicurar bene una tura nei casi difficili, mi appagherò di stabilire in questa sezione alcune regole generali, serbandomi a ripigliare quest' argomento nel quarto volume, ove ne farò applicazioni ancor più istruttive.

220. Per costruire una tura senza impiegarvi una cassa di legname, quando si ha della buona terra, bisogna fare almeno la sua sommità eguale in larghezza alla profondità dell' acqua. In quanto alla base essa sarà determinata dal pendio naturale delle terre, che segue d' ordinario la diagonale del quadrato, perciò questa base avrà per larghezza il triplo della grossezza della tura presa al vertice che s' innalza a sufficienza sopra il livello delle acque più alte.

221. Non è già indifferente il far uso di tutte le specie di terra per formare le ture; più essa sarà forte e grassa, meglio adempirà allo scopo. A misura che le terre sono sparse su la base della tura bisogna batterle col pilone strato per strato di un piede di spessore, riducendolo a non aver più

che 8 pollici, osservando bene di non mischiarvi nè fascine, nè canne e anche meno ciottoli o ghiaja, cagioni ordinarie delle infiltrazioni, che per mancanza d'attenzione divengono talvolta così forti che forniscono più acqua di quello che si può esaurire o danno luogo a spaccature il cui progresso può divenire così rapido da formare in poco tempo una breccia, che pone nella dura necessità di ricominciare un' altra tura. Per la stessa ragione le terre sabbionicce e ghiajose non sono altrimenti adattate; nondimeno quando non se ne possono aver altre, bisogna disporle a scarpe doppie dell' altezza, e stendere nel mezzo della tura per tutta la sua lunghezza un ripieno di argilla di uno spessore proporzionato all' altezza dell' acqua, facendolo circa due terzi della stessa altezza, cioè se l' acqua avesse 6 piedi di profondità non si potrebbe dare al ripieno meno di 2 piedi di spessore; osservando che la sua base deve essere stabilita in una fossa scavata un piede e mezzo circa sotto il fondo che si vuol mettere a secco; altrimenti sarebbe a temere che l' acqua passasse sotto il ripieno che potrebbe distruggere alla lunga. Diremo in seguito con quale attenzione deve essere lavorato questo ripieno.

222. Una delle più essenziali precauzioni si è quella di legar bene le ture e di appoggiare le estremità ad un terreno solido in cui debbono essere immorsate, evitando per quanto si potrà di appoggiarle alla murazione, perchè la terra non potendosi unire ad essa l' acqua infiltrerebbe fra loro, tuttavia se non si potesse fare altrimenti bisognerebbe in questo luogo far uso di argilla. Aggiugnerò che quando debbono sostenere le onde del mare bisogna da questo lato dare ad esse molto pendio e rivestirle di un intonaco di argilla ben battuta, grossa due piedi acciò l' agitazione dei flutti non possa sciogliere il corpo della tura. Per guarentirlo meglio, vi si aggiungono fascinati e burroni imbottiti di pietre.

223. Quando si vuol fondare una chiusa in un luogo ove il canale che vi deve condur l' acqua non è ancora scavato, si possono fare al di sopra o al di sotto, delle dighe che formeranno naturalmente le ture che si potranno far grosse come si vuole secondo la natura del terreno; saranno sempre più forti se sono di terra vergine, che se si avessero dovuto fare espressamente, perciò non bisogna trascurare un vantaggio di tanta economia. Così si fece nella chiusa di Mardick stata costrutta in pari tempo del canale. Che se malgrado lo spessore che si sarà creduto sufficiente succedessero le filtrazioni vi si potrebbe rimediare con una controtura di palanche ed argilla.

224. Per fondare in un fiume si sceglie la stagione in cui le acque sono più basse. Prima di stabilire le ture se ne perlustra la sponda al di sotto del lavoro per vedere se non v'ha chiusa, salti, ecc., che ne sostengano le acque, onde prendere le precauzioni necessarie per darle scolo e renderle più basse che sia possibile. Talvolta anche si devia dal lavoro la corrente di un picciolo fiume scavandogli un nuovo letto a semicerchio, od anche quando è molto largo serrandone una parte e facendo scolare l'acqua dalll'altra, ma in qualunque caso siasi, importa estremamente prevenire tutti gli accidenti che possono nascere per parte delle improvvise escrescenze onde praticare un sufficiente passaggio all' acqua, acciò gonfiandosi non sormonti le ture, per tema d' inondare il paese in una stagione in cui si potrebbero perdere i prodotti della terra.

225. Quando non si può mettere a secco il luogo in cui si vuole stabilire una tura, come avviene nelle acque grosse e nei porti del mare Mediterraneo, se non vi è flusso e riflusso allora si fa per incassatura. Si piantano due filari di pali l'uno parallelo all'altro, situati ad una distanza proporzionata all'altezza dell'acqua, Tavola 13, figura 1, 2, mantenute da leghe e da traverse; poscia nell'interno della tura, e lungo questi pali, si piantano delle file di palanche formanti un cofano che si riempie di argilla o di altra terra tenace od anche di creta che diviene solida come l'argilla quando è ben battuta. Ma prima si toglie con cucchiaie la belletta che è nel fondo per poggiarvi il massiccio della tura ad una profondità maggiore del letto del mare o del fiume, onde impedire che l'acqua infiltri pel fondo, come immancabilmente succederebbe, perocchè corrispondendo alle più grandi colonne di acqua, vi agiscono più potentemente che sul rimanente dell'altezza. La profondità a cui si debbono piantare i pali dipenderà dalla qualità del terreno, perciò bisogna dapprima assicurarsene con accurati scandagli.

226. Per impiegar bene l'argilla si riduce primieramente in pezzi grossi come un ovo, per rimondarla e vedere se comprende sabbia o picciola ghiaja. Quindi s'irriga per batterla ed impastarla coi piedi sopra un tavolato, il che non si fa che il giorno dopo averla umettata, osservando che non lo sia nè troppo, nè poco, se ne fanno dei pani che si gettano in fondo alla tura da cui esce l'acqua a misura che è riempita: gli operai la battono strato per strato col pilone finchè sia giunta a due piedi circa sopra il livello dell'acqua esterna, e di più ancora se è nel mare, per tema che agitato non la sormonti.

227. Quando le ture si fanno a cassa e con buona terra, non è necessario di farle grosse come nel primo caso; basta allora che la loro grossezza sia eguale ai 2/3 dell'altezza dell'acqua che debbono sostenere.

Le figure 1 e 2, Tavola 13, rappresentano il profilo e la pianta di una tura fatta a cassa, abbastanza intelligibile, per non arrestarmivi; dirò soltanto che quando una tura minaccia di rovesciarsi da un lato perchè le traverse si staccano od i pali s'inclinano per averli piantati poco o finalmente perchè si saranno fatti degli scavi capaci di sradicarli, si rinforzano le ture con tanti puntelli quant'è necessario secondo la commessura dei pezzi, che qui si vedono rappresentati su la destra del profilo.

Piantati i pali si riuniscono con una chiave C, legata con cavicchie ad una traversa che si suppone incastrarsi sur un palo e su la lega. Al piede d'un altro palo si attacca una bietta, con una cavicchia munita della sua animella e della sua chiavetta. Questa bietta serve a sostenere un contraffisso mentato per ricevere la lega, e per fermare al basso questo contraffisso vi si attaccano da ambe le parti delle orecchie d'asse che abbracciano il palo.

Le figure 4 e 6 comprendono la pianta ed il profilo di un'altra tura eseguita sul disegno di Clement, nel 1699, per la costruzione della grande chiusa di Gravelines; eccone il dettaglio, la cui applicazione potrà aver luogo nello stabilimento della chiusa, e in molti altri casi di opere idrauliche facendovi i cangiamenti che si crederanno opportuni.

Quest'opera nel suo recinto formava una specie di telajo molto più grande della capacità che doveva comprendere la fondazione della chiusa

con le sue platee accessorie, onde avere intorno uno spazio bastante per la manovra degli operai e collocare comodamente le macchine necessarie all' esaurimento delle acque, a cui è importantissimo aver riguardo per non mettersi in uno spazio troppo stretto.

Questa tura è stata formata con le terre provenienti dallo scavo fatto per istabilire la chiusa, perchè si sono trovate bastantemente buone, nondimeno siccome da una parte doveva sostenere le acque del mare sempre terribili, o dall' altra quelle del fiume A a, si è fatta più solida in un punto che nell' altro secondo la resistenza che aveva da opporre.

228. Siccome le più alte maree potevano salire 11 piedi sopra la base della tura, così le si è dato uno spessore di 22 piedi. A tale distanza si sono piantate due file di pali A, di 10 ad 11 pollici di riquadratura, aventi circa 24 piedi d' altezza, un terzo de' quali si è interrato, e dando a tutti questi pali un pendio del quarto della loro altezza, onde formare un piano inclinato contro i fiotti del mare. Questi pali sono stati piantati a tre piedi di distanza da un mezzo all' altro, e trattenuti in linea dalle traverse B di 8 in 10 pollici di riquadratura, legate insieme da traverse C lunghe 24 piedi e grosse da 9 in 10 pollici, posate orizzontalmente di sei in sei piedi, e ciascuna sostenuta nel mezzo da un palo D commesso a maschio e femmina. L' interno della tura è poscia stato chiuso con tavole E, posate in coltello aventi due pollici di spessore; inoltre il tutto era ben legato con spranghe, chiuse e chiavette di ferro. Questa cassa è stata empiuta di terra battuta a pilone, innalzata 5 o 6 piedi al di sopra delle più alte maree per impedire che nelle burrasche le onde non passassero per di sopra.

Per quanto sia ben intesa questa tura, non sembra che i pali inclinati sieno suscettibili di ricevere un rivestimento di tavole posate in coltello, se non vi si possa mettere all' asciutto a misura che s'innalzeranno le terre, altrimenti gli operai non potrebbero mai allogarle in fondo dell'acqua, e molto meno metterle in piedi; perciò se non si avrà questo vantaggio bisognerà piantare i pali verticalmente e conformarsi all' articolo 225.

229. Talvolta si fanno delle ture a gradinate, come si vede nel profilo, figura 3, che dimostra questa tura composta di varj filari di piccioli pali piantati alla distanza di 3 o 4 piedi uno dall' altro, e trattenuti da traverse. I due primi ordini A H, B I, che contengono il corpo della tura si sostengono talvolta con chiavi E, C, D, legate ed altri pali F G, piantati espressamente per questo e puntellati dalle saette X Y. Quando la tura ha una grande spinta da sostenere, essendo costretti ad empiere di terra l' incassatura, non si può dare ad essa che un mediocre spessore (come qui si suppone che siasi costretto a stabilire una fondazione molto al di sotto del letto di un fiume), si fanno i gradini K L, M N, O P, ciascuno alto 3 piedi, per altrettanti di larghezza, affinchè gli operaj possano passar l' acqua dall' uno all' altro. Sopra ciascuno di questi gradini si stabilisce uno strato di argilla ed un rialzo per formare dei rigagnoli atti a ricevere le acque delle infiltrazioni e delle sorgive, le quali trovandosi in tal modo raccolte un picciol numero di lavoratori le esauriscono con pale comuni, dal fondo Q R, facendole passare di grado in grado per vuotarle dall' altra parte della tura. Siccome nel Tomo I, Parte prima di questa opera, ho spiegato bastantemente tutte le macchine atte ad espellere l' acqua

dalle fondazioni, invio ad esso per evitare le ripetizioni, appagandomi di descrivere in questo luogo una maniera molto semplice ed assai comoda di far agire la vite d'Archimede, rappresentata dalle figure 5, 7, 8, Tavola 13, la quale trovandosi incisa da gran tempo, non ha potuto essere messa nel Capitolo degli esaurimenti, a motivo delle altre figure della tavola stessa che erano relative a questa seconda parte.

230. La vite di cui si tratta, essendosi posata nella situazione Q E, che è la più vantaggiosa per innalzare l'acqua F Z, sgorgata nel canale E, si suppone che il suo asse appartenga pure ad una ruota inclinata R, di 5 piedi circa di diametro, a cui corrisponde una verga C D, lunga 12 piedi, la cui estremità C, è traforata in guisa da poter giuocare intorno ad una chiusa attaccata a questa ruota. In quanto all'altra estremità D è aggrappata al di sotto del telajo T P, sospeso da perni ad un'armatura di legname L H K M, a guisa di forca, all'altezza di 14 piedi, onde poter essere barellata da due uomini applicati all'impugnatura P dall'altra parte del telajo e le fanno fare delle oscillazioni di 5 piedi circa, allora ciascheduna fa fare un mezzo giro alla ruota spingendo e traendo a sè la verga, quindi due vibrazioni del bilanciere fanno fare alla vite un giro intero. Bisogna osservare che la verga D C si allontani dalla perpendicolare *n o*, che si suppone innalzata sul piano del telajo per lo spazio *c o*, di 7 ad 8 pollici, onde non sfreghi contro la ruota; il rimanente è facile da intendere.

Sezione III.

Che comprende alcune massime preliminari su la costruzione delle chiuse.

231. Per tracciare le chiuse sul terreno e condurre a dovere l'esecuzione, bisogna averne le piante ed i profili sopra una scala grande in cui le più picciole parti sieno ben distinte con numeri che ne indichino il valore in piedi e pollici; i fogli firmati dall'ingegnere direttore che ne avrà fatto il progetto, saranno riuniti ad un piano descrittivo ove tutto ciò che riguarda la mano d'opera, la qualità e foggiatura dei materiali sia chiaramente circostanziato, acciò nel corso del lavoro non vi sia nulla che possa cagionare dubbj o male intelligenze. Noi spiegheremo ampiamente tutto ciò di seguito, dando modelli di piani descrittivi comprendenti le istruzioni che può dare la pratica illuminata dalla teoria.

232. Conoscendo l'ampiezza che deve avere una chiusa con tutto ciò che le appartiene, si osserverà di regolar bene l'estensione del terreno che si dovrà scavare per istabilire le fondazioni, affinchè giunti al fondo vi sieno pel comodo degli operaj, almeno 20 piedi d'intervallo fra l'ultima murazione ed il pendio della terre, che deve essere proporzionato alla loro qualità onde non cadano nei rigagnoli che si dovranno scavare intorno alla costruzione per condurre le acque sorgenti al bacino ove le macchine le estrarranno, per timore che rifluendo non si aprano un passaggio sotto le fondamenta, il che potrebbe divenirgli estremamente nocivo. Parrebbe che cose tanto semplici non avessero bisogno di essere raccomandate, non-

dimeno, per non averle osservate nella costruzione delle chiuse di Mardick, il lavoro ne ricevette danni considerevoli per tutto il tempo della costruzione.

233. Conviene che coloro i quali sono incaricati delle costruzioni marittime conoscano perfettamente gli effetti del mare nella costá in cui si trovano; quali sono i tempi borrascosi ne' quali d'ordinario regnano le tempeste, onde sceglierne uno favorevole e non esporsi temerariamente. Si prenderanno così bene le proprie misure che giunti all' altezza delle acque morte, si possa prontamente elevare il lavoro sopra le più grandi maree, e guarentirsi con una saggia previdenza di totti gli accidenti che si avessero a temere. Devesi operare nello stesso modo se si tratta di lavorare sopra nn fiume soggetto a grandi escrescenze in certi tempi.

234. Per determioare le posizione delle ture bisogna aver riguardo alle platee accessorie di fascinoni, che d'ordinario hanno 10 tese di lunghezza e lo spazio che dovrà restar libero oltre di esse per collocarvi le macchine per gli esaurimenti, il che può importare 8 o 9 tese sol proluogamento della lunghezza delle platee accessorie, quindi secondo questa stima le ture debbono essere situate ad una distanza di circa 20 tese dalla riva della chiusa soperiore ed inferiore. La qual posizione non è indifferente, perocchè se si allontanano di più si dà luogo ad uno sterro maggiore, e quindi ad un più grande esanrimento di acqua. Al contrario, se non sono distanti abbastanza, si è troppo ristretti e si cade in un inconveniente ancor più sinistro, d'onde si poò conchiodere che non si potrebbe ragionare di troppo prima di stabilire le cose di cui parliamo, per prevenire tutto ciò che potrebbe divenire nocivo.

235. Una più importante attenzione si è quella di regolare così bene la profondità dello scavo, che dopo avere stabilito il fondamento di una chiusa, la platea si trovi esattamente all' elevazione che gli conviene. Perocchè se è all' imboccatura di un bacino o di una darsena, bisogna aver riguardo al grado d' immersione dei più grandi vascelli di coi sarà suscettibile questo porto, non solo nel tempo presente ma anche per l' avvenire se esso non ha tutta la profondità che gli si potrà dare; voglio dire che vi sono dei casi ove cooviene far la platea di uoa cbiusa più bassa del foodo del porto e del canale se sono soscettibili di essere approfondati in conseguenza dall' azione delle acque. La regola ordinaria è di far sì che la superficie della platea sia a livello con le più basse acque del mare.

Quando una chiusa dev' essere situata nel foodo del porto per espurgarlo per mezzo di un fiume o di on canale, si fa la platea alta 2 piedi e 18 pollici sopra il fondo dello stesso porto, oude avere un pendio per dar più fuga allo scolo delle acque. Lascio alla prudenza dell' ingegnere il fare le riflessioni che merita un sì importante argomento, onde non lasciar sfuggire nessuna delle vantaggiose circostanze di cui potrà essere capace la chiusa ch' ei deve costruire, riguardo alla posizione della sua platea la quale dev' essere presa a livello della superficie della soglia, osservaodo che è di là che bisogna valutare la profondità dell' immersiooe dei più grossi bastimenti che passeranno per la chiusa. Perocchè non si deve mai perdere di vista che gli errori che si commettono in ciò per difetto d' attenzione, sono quasi sempre irreparabili, e non si potrebbe avere troppa previdenza per guarentirsene.

236. Per evitare le disastrose conseguenze degli errori che si possono

commettere circa la giusta situazione della platea, bisogna prendere con alcune battute di livello una mira sopra un monumento più vicino, valutare esattamente quanto la superficie della platea deve essere al di sotto di questo punto fisso, e quando si sarà scelto, farne menzione in modo speciale nel piano descrittivo; allora se i profili della chiusa saranno esatti riguardo al lavoro che si vorrà eseguire per la fondazione, sarà facile regolarsi.

237. Quando si sarà giunti alla conveniente profondità, bisogna esaminar bene il fondo, scandagliarlo onde assicurarsi della solidità e non aver nulla a temere dagli abbassamenti che potrebbero succedere nella fondazione quando sarà aggravata dell' enorme peso delle spalle e di quello dei piloni di murazione se la chiusa ha molti passaggi. Bisogna specialmente stare in guardia di non lasciarsi sedurre della bontà apparente del terreno, e vedere se è di natura bastantemente solida per ricevere la prima corsia di murazione, o se bisognerà palafittare e far de' graticci di legname, il che non deve essere ignorato da coloro che hanno già fatto lavorare nei dintorni, perocchè soltanto su questa cognizione si può formare il progetto e la perizia della fondazione.

238. Siccome gli esaurimenti per tenere asciutta la fondazione durante il lavoro, sono d'ordinario a carico dell'appaltatore, il cui contratto si è regolato su questa base, non gli si deve permettere di collocare le macchine se non nel posto indicato dall' ingegnere, acciò non divengano un ostacolo alla costruzione delle platee accessorie. D' altronde tocca pure all' ingegnere il tracciare i rigagnoli per lo scolo delle acque, dovendo egli meglio di ogni altro conoscere la conseguenza d'impedire che prendano corso sotto la fondazione, o di soffrire che si faccia verun interramento che possa danneggiare questi rigagnoli, o che tutte le fondazioni e le platee non sieno di costruzione perfetta.

239. Per prevenire tutto ciò che potrebbe ritardare l' attività del lavoro in causa degli esaurimenti, bisogna costringere l' appaltatore ad avere macchine di ricambio per supplire a quelle che si rendessero inabili e richiedessero troppo tempo per essere riparate, e assoggettarlo pure a mantenere una fucina con un abile fabbro, onde accomodare all' istante quelle che leggermente si danneggiassero. È pure essenzialissimo di non soffrire che l' appaltatore faccia levar le macchine per una vista di risparmio, sotto pretesto che il lavoro è bastantemente avanzato da non essere più infastidito dalle acque, se non quando le platee sono affatto compiute e posate le porte della chiusa.

240. Quando si deve temere d' essere incomodati da un' affluenza di acque vive o da una straordinaria abbondanza di sorgive bisogna prima far tagliare le pietre per la murazione, e tutti i pezzi di legname in guisa che che non vi sia che di metterli a sito, per non perdere (in un lavoro che si deve fare in fretta) un tempo prezioso di cui non si sente giammai così bene il valore come allorchè la necessità costringe a mettere a profitto i più piccioli istanti. Quante volte fallirono costruzioni della maggior entità per essere stati fatti con soverchia fretta? D' ordinario non s' impara ad essere circospetti se non dopo una fatale esperienza, ma è ben pernicioso l' aver fatto pagare a sì caro prezzo quest' esperienza allo stato, mentre con saggie riflessioni si avrebbe potuto preveder tutto ciò che avrebbe dovuto concorrere al successo delle cose di cui era incaricato.

235. Per conservar sempre il buon ordine nella condotta dei lavori, e saperne quando si vuole lo stato reale, fa d'uopo che l'ingegnere incaricato tenga un registro giornaliero dei materiali impiegati e del loro collocamento, massime di quelli che debbono essere ricoperti. Ogni pagina di questo registro deve essere chiusa e firmata tutte le settimane dall'ingegnere stesso e dall'appaltatore o dal suo commesso, ond'essere sempre in istato di valutare la spesa delle opere, osservando di distinguere accuratamente ciascuna specie di materiali ed i luoghi in cui saranno stati impiegati, alla qual cosa deve sorvegliare l'ingegnere in capo.

242. Non si accorderanno i lavori che ad un appaltatore intelligente ed in caso di fare grandi anticipazioni, acciò possa provvedersi di tutto ciò che sarà necessario per accelerare il lavoro nel tempo da mettere a profitto, e perchè cominciato una volta continui senza interruzione, prevedendo tutto ciò che potrebbe farlo languire: quindi non si userà mai troppa condiscendenza per un appaltatore vigilante ed attivo nel ben eseguire ciò che gli si ordina. Quando si ha la fortuna d'incontrarne uno su cui si possa calcolare, sarebbe un agire contro l'interesse della cosa l'aggiudicarla preferibilmente a uomini che per ignoranza prendono i lavori a vil prezzo, si rovinano, si screditano e danno luogo a difficoltà di gravissimo pregiudizio all'avanzamento ed alla bontà di un lavoro, che richiede una grande esperienza per superare i diversi ostacoli che si sogliono incontrare.

243. Acciò questo lavovo sia eseguito secondo le condizioni di una descrizione ben circostanziata, fa d'uopo che l'ingegnere in capo sia informato dell'intelligenza dei capi carpentieri e capimastri e fabbri ferrai, di cui si vorrà servire l'appaltatore, sul dubbio che motivi d'interesse o di condiscendenza non gli facciano prendere impegni con persone incapaci di eseguir bene le opere a loro affidate, come talvolta succede. Per evitare tali inconvenienti si ha cura di specificare nelle condizioni del contratto che l'appaltatore non potrà impiegare alcun muratore, carpentiere o fabbro ferraio, che non abbia almeno due anni d'esercizio, e che se mai fosse sorpreso alcun muratore a far della murazione a secco e senza malta sarà severamente punito e scacciato, e l'appaltatore condannato a 100 lire di ammenda. Per vegliare alla condotta degli operai, si obbliga a mantenere a sue spese un numero di assistenti della capacità dei quali dev'essere responsabile.

CAPO SETTIMO

DEL MODO DI FONDARE LE CHIUSE IN UN CATTIVO TERRENO.

Quantunque abbia trattato con sufficiente estensione nella *Scienza degl'Ingegneri, Libro III; Capo IX*, delle diverse maniere di fondare gli edificj, secondo la qualità del terreno che si può incontrare, ripiglio ancora questo soggetto per le chiuse, perocchè danno luogo a pratiche essenziali alla loro solidità che farò in modo di trattare estesamente, lasciando poi alla prudenza di coloro che avranno la direzione di un lavoro così scabroso e che richiede tanta attenzione, il farvi i cangiamenti che più crederanno; tutto ciò che si può esigere da chi scrive per istruire, si è di dare norme generali che gli altri possano modificare secondo le occasioni.

244. Ridurremo a due specie diverse tutte le qualità di terreno su cui possono essere stabilite le chiuse. La prima è quella che non è ferma abbastanza per elevarvi sopra un' opera di tale entità senza supplire coll'arte a ciò che ha di cattivo, e ne faremo l' oggetto principale di questo e dei seguenti Capitoli.

La seconda specie è quella che si suole comprendere sotto il nome di fondo buono, come la roccia, il tufo, la marna su cui si può fondare senza temere abbassamento. Siccome le fondazioni su queste qualità di terreno sono di una costruzione molto diversa dalle precedenti, ne parleremo subito dopo per seguir l' ordine che mi è sembrato più conveniente ond' evitare le inutili ripetizioni. Quindi volendo cominciare a trattare il nostro soggetto dalla parte più difficile prenderemo ad esempio ciò che è stato eseguito sopra una sabbia mobile nella costruzione della chiusa che un tempo era in fondo al porto di Dunkerque all' imboccatura del canale di Bergues di cui aveva ritenuto il nome (62). Gli sviluppi sono riferiti nella Tavola 14, in modo da dare una perfetta intelligenza del lavoro che vi si è eseguito; è vero che questa chiusa non si trovava nelle proporzioni da noi prescritte nel Capitolo quarto, parlando del modo di tracciarle, ma esse non erano meno belle e degne di ammirazione quando si faceva agire l' acqua del canale per espurgare il porto col meccanismo delle porte giranti, il che si eseguiva con una facilità maravigliosa. Non abbiamo rappresentato queste porte giranti nel profilo e nell' alzato di detta chiusa, essendo comune ciò che vi si vede, per non rappresentare dapprima che le cose semplici, non trattandosi ora che delle fondazioni.

Sezione I.

Del modo di stabilire l'armatura atta alla fondazione ed alla platea delle chiuse situate sopra una sabbia mobile.

Non parlerò delle precauzioni che si debbono prendere per lo scavamento delle terre, per la costruzione delle ture e lo stabilimento delle macchine destinate a tenere le fondazioni a secco, essendo ciò bastantemente spiegato nel Capitolo precedente.

Dopo che furono tracciate con molta esattezza le parti della chiusa in modo che avesse 26 piedi di larghezza per 85 di lunghezza, e marcato lo spessore delle spalle, la posizione de' contrafforti, ec., si fissarono i punti in cui si dovevano piantare i pali acciò corrispondessero al di sotto degli appoggi e delle traverse, il cui numero fu determinato dall'intervallo che si era proposto di dar loro secondo il piano del progetto. Si osserverà che questa pianta è divisa in quattro parti eguali, ciascuna delle quali mostra successivamente il progetto dell'opera.

245. I pali avevano da 10 fino a 12 piedi di lunghezza, come aveva indicato lo scandaglio per essere battuti a rifiuto, per 10 a 12 pollici di spessore; perocchè quando debbono essere incatenati nella murazione, bisogna farli piuttosto quadrati che rotondi, onde meglio munirne il perimetro. Se ne piantarono quattro doppi filari per portare le traverse che debbono incatenare al di sopra le linee delle palanche profondate alle estremità A, B, della platea; le altre C, D, sotto le soglie *a*, *b*, ed una sola fila EF, nella linea degli angoli formati dalle spalle e dalle braccia ad ali; perocchè in quel luogo le palanche sono semplicemente attaccate contro la traversa, e non sono come gli altri filari incatenate fra due di questi pezzi, quindi trattasi in tutto di 10 file di pali così doppi come semplici, coronati da tante traverse. Questi pali, posati di sei in sei piedi, sono disposti in modo, riguardo alle doppie file, che quelli dell'una corrispondono al mezzo dell'intervallo di quelli dell'altre traverse posate a 4 pollici di distanza, formano un incastro regolato dalla grossezza delle palanche che vi si devono introdurre, onde mantenerle allineate; perciò si dirigono pure al piede con travetti immobili, e perchè battendoli non allontanino le traverse, si trattengono questi pezzi alla stessa distanza con cavicchie rotonde a capocchia che si introducono nei fori praticati di sei in sei piedi ove sono fermate da animelle e da chiavette. Quando una palanca incontra una di queste cavicchie si leva per lasciarla passare. Quando la palanca è profondata si sostituiscono altre caviglie quadrate che infilano le due traverse e le palanche i cui filari continuano su tutta la larghezza della fondazione, ch' esse eccedono ancora a destra ed a sinistra per tre o quattro piedi oltre la coda dei contrafforti per impedire che le correnti d'acqua che volessero introdursi sotto la fondazione, facciano dei progressi a suo danno, il che è lo scopo principale dell'impiego delle palanche con

cui si formano pure varie tramezze di uso indispensabile per prevenire gli accidenti che non mancherebbero di sopravvenire alle chiuse senza questa precauzione.

246 Riguardo agli altri pali se ne sono piantati tanti ordini quante sono le corsie delle traverse GH; per conseguenza tre fra la prima e la seconda fila di palanche, sei fra la seconda e la terza, cinque fra la terza e la quarta, sei fra la quarta e la quinta, e tre finalmente fra la quinta e la sesta, e questi ordini hanno tre piedi di distanza da un mezzo all' altro. Si moltiplicano più o meno i pali di ciascun ordine secondo lo esige la natura del fondo, ma in generale si mettono più serrati sotto le ali che sotto la platea, ove non se ne piantano che in corrispondenza alle travi longitudinali e talvolta non se ne piantano affatto, mentre le ali ed i piloni, se la chiusa ha molti passaggi, formando masse di peso enorme, bisogna prevenire gli abbassamenti, perocchè mentre i pali danno ottimi punti d' appoggio, consolidano le parti del terreno costringendolo a rinserrarsi nella ragione inversa della riduzione del loro volume; voglio dire, per esempio, che se nell'estensione di una tesa di superficie vi si piantassero a scacchiere 9 pali, ciascuno di un piede di riquadratura, la densità del terreno per la capacità di questa tesa sarà divenuta più grande che non era naturalmente nella ragione di 36 a 27 o di 4 a 3. Osservazione di cui si può far uso, benchè sia difficile dedurne una regola generale per determinare la quantità dei pali che si dovranno piantare, mentre non se ne può giudicare che secondo la natura del fondo; dirò nondimeno che per quello che fosse più che dubbioso regolerei il numero dei pali per ogni ordine con quello delle travi longitudinali.

247. Dopo che tutti questi pali sono piantati si tagliano d'ordinario a 3 piedi e mezzo sopra il fondo ove deve appoggiarsi la muratura, per ridurli ad un' altezza comune, eccetto quelli delle briglie e dell'impalcatura che si lasciano sporgere più degli altri per la ragione che or ora vedrassi. Poscia si taglia la testa di ciascuna, onde farvi un maschio per essere incastrata nelle piaghe praticate nelle traverse GH o nelle briglie AB, CD, EF, che debbono loro servire di cappello per legarli insieme con chiodi o grosse caviglie di ferro proporzionate alla forza dei legni.

Le travature per traverso o per lungo sono qui supposte di 11 pollici di riquadratura ed almeno 30 piedi di lunghezza ognuna. Quelle che si trovano positivamente sotto le soglie *a b* si fanno più grosse delle altre (per una ragione che faremo conoscere quando si tratterà di dettagliare tutto ciò che ora presentiamo soltanto in modo generale) e perciò si chiamano *traverse maestre.*

Piantati che sieno tutti i pali e levata la terra da essi rimossa, si riempie di buona murazione per un' altezza di circa 3 piedi lo spazio rimasto intorno ad esse, dopo di che si posano le traverse come abbiamo detto, munendo bene di malta il di sotto acciò non rimanga vuoto, facendo in modo che le traverse fra le due soglie si trovino elevate come la murazione e così i pali circa un piede più del rimanente per formare l'impalcatura della camera della chiusa, onde dar luogo ad un rialzo contro cui possano appoggiarsi i portoni pel di sotto.

248. Posate pure tutte le traverse compongono insieme ciò che si chiama il primo ingraticolato che si trova incastrato per qualche pollice nella mura-

zione con quella che si mette nel loro intervallo. Quindi si posano sopra questo graticolato le travi IK, tav. 14, fig. 1, per formarne un secondo che incrocicchia il primo ad angolo retto, essendo i pezzi dell'uno e dell'altro tagliati in modo da incastrarsi reciprocamente al loro incontro, ove sono collegati da caviglie barbate di ferro.

In quanto alla posizione delle travi trasversali, se ne mette un filare LM sotto la parete di ciascuna spalla e si fa lo stesso per la parete del di dietro NO di questi muri, e nell'intervallo dei due precedenti NO, LM, se ne collocano altri il cui numero dipende dallo spessore delle spalle; qui per esempio se ne posero due soltanto, per cui ne risultano quattro per ciascuna spalla. Riguardo alla platea non se ne trovano qui che tre IM, HK distanti in modo da dividere la sua larghezza in quattro parti eguali. Pei contrafforti, la pianta dimostra che le traverse che vi corrispondono sono state prolungate due piedi circa oltre la coda, e che per maggior solidità si è fatto un massiccio PQRS, che fa le veci di contrafforte in fronte alla camera (129) e che si sono aggiunti due piccole travi trasversali TV, sotto ciascuno di tali contrafforti, ed anche tre sotto le teste delle ale, come si può vedere dalla traccia dei muri della chiusa la cui metà è espressa in linee punteggiate.

249. Non si sono posate che tre corsie di travi per la lunga sotto la platea invece di sette che sarebbero state necessarie, perchè avessero presso a poco lo stesso intervallo di quelle che sono sotto la spalla, perchè queste ultime dovendo sostenere tutto il carico delle spalle stesse, bisognava farne le fondamenta più solide, ristringendo di più le celle formate dal doppio graticolato, mentre sotto la platea basta che i fondamenti abbiano una certa resistenza capace di sostenere gli sforzi delle acque sorgive o delle sostenute, e di mantenere l'equilibrio fra le due spalle nel caso che per la natura del terreno l'una fosse più disposta dell'altra ad abbassarsi, come è accaduto nella chiusa della Moere a Dunkerque qualche anno prima della demolizione di questa piazza. Si vide una delle spalle piegare e ruinare mentre l'altra rimase immobile perchè non erano ben collegate da un buon massiccio che servisse di base comune, essendo questa chiusa stata fabbricata in un tempo in cui l'esperienza non avea fatto conoscere ancora come si dovesse essere attenti a prevedere gli accidenti da cui possono essere minacciate le opere di tal natura. Per questa ragione, indipendentemente dai pali che si piantano sotto le spalle, se ne mettono anche altri, come abbiamo osservato sotto le crociere della platea, ma soltanto ogni due traverse; anche questi pali, benchè rari, sono piantati regolarmente a scacchiere come i precedenti.

250. Dopo che è formato il doppio graticcio si termina di riempire di murazione il vuoto che le traverse hanno lasciato fra loro, il tutto ben appianato e coperto da uno strato di malta su cui si applica nella larghezza soltanto della platea, un tavolato di quercia grosso tre pollici, attaccato su le traverse acciò le acque sorgive e le sostenute che volessero agire dal basso all'alto dopo essersi aperto un passaggio sieno trattenute da questo tavolato. Perciò non si estende che sotto la platea di cui non eccede la larghezza che di qualche pollice da ciascun lato sotto la parete delle spalle, perocchè compongono un massiccio troppo solido per temere che l'acqua giunga a penetrare nella superficie; d'altronde si ha cura di non esten-

dere di troppo questo tavolato, perchè interromperebbe il legame della murazione.

251. Il mattone si preferisce al pietrame per riempire le celle dei graticci, perchè è più comodo da mettere in opera, per le diverse direzioni in cui può essere posato onde occupare esattamente lo apazio che si vuol empire. Si procuri, quanto si può, che l'ultima spianata che deve sfiorare le traverse sia posata in coltello e si metta in opera per questa murazione con la miglior malta di cemento o con terrazzo d' Olanda.

Se si considera con qualche attenzione la prima metà della pianta della chiusa di cui si tratta, relativameute a ciò che abbiamo spiegato, quelli che non s'intendono per nulla di opere siffatte comincieranno a comprenderle, benchè non si tratti ancora che di un abbozzo, proponendomi di non lasciar loro cosa alcuna a desiderare secondo la più conveniente gradazione. Siccome la materia è di un grande dettaglio, vi è un mezzo di distribuire l'attenzione, ed io tenterò di seguirlo.

252. Il tavolato essendo ben formato, si copre di una secouda fila di traverse X Y di cui non abbiamo fatto vedere che circa la metà della loro lunghezza per lasciare allo scoperto il tavolato precedente; queste traverse sono posate direttamente sopra le prime, intagliate in modo da potersi incastrare coi cinque pauconi della platea, e formano un terzo graticcio sul gusto del primo, con questa differenza che non si stende al di là del tavolato. Sono esse pure attaccate nel punto del loro incontro solidamente. Dall'altra parte si posano nella conveniente situazione le soglie, i monachi, i puntoni e gli altri pezzi che servono a formare i battenti delle chiuse.

253. Per maggiore intelligenza sia noto che l'angolo dei portoni di una chiusa è formato da un'armatura di legno composta della soglia *ab*, dei puntoni *ac*, *bc*, contro cui si appoggia la parte inferiore dei portoni del monaco *ec*, che congiunge insieme la soglia coi puntoni, come fanno anche i legami *fg* che si moltiplicano secondo la larghezza della chiusa.

La soglia poggia su la traversa maestra che serve di sostegno al filare di palanche che si trova al di sotto. La sua larghezza eccede tre piedi da ciascun lato la larghezza della chiusa, acciò le estremità sieno bene inchiavate nelle spalle. In questo pezzo sono d'ordinario incastrate le ralle dei perni de' portoni.

254. Le celle formate in quest'ultimo graticolato si riempiono di murazione come quelle dell'angolo dei portoni, e dopo che si è ben appianata si applica su tutta la capacità della platea uno strato di malta, poscia si posa un nuovo tavolato di quercia pure di 3 pollici di spessore inchiodato su le traverse e terminato agli orli del primo. Dopo di che s'innalza la murazione delle ale e i loro contrafforti, nel modo che spiegheremo a suo luogo.

Sotto il precedente tavolato se ne posa un secondo di due pollici di spessore soltanto che si chiama controfodera, le cui tavole corrispondendo alle commessure inferiori sono inchiodate su la linea delle traverse. La larghezza di quest'ultimo tavolato termina alla parete delle ali senza passare di sotto onde poterlo rinnovare quando non è più buono senza guastar nulla; d'altronde questo tavolato termina su gli appoggi delle estremità della platea che lo eccede un poco per portar le acque all'infuori. Le celle dell'angolo dei portoni si coprono pure con un

doppio tavolato x, ed a tale uopo si praticano delle incavature sui margini delle celle stesse, onde mettere a filo la controfodera con quella della platea y e della superficie dell' angolo dei portoni.

Si usa dare un poco di pendio alla platea di una chiusa per facilitare lo scolo delle acque e metterla a secco, quando vi si vogliono fare alcune riparazioni. Sembra che questo pendio sia finora stato arbitrario, gli uni non avendone fatto nessuno, e gli altri avendone fatto troppo: credo però che il partito più ragionevole sia quello di darle, quando si può, tre linee per piede od un quarantottesimo della sua base, cioè che se la platea dovesse avere 8 tese o 48 piedi di lunghezza dalla soglia fino all' ultimo filare di palanche, bisognerebbe dargli un piede di declivio, e fare le platee accessorie sotto il prolungamento, acciò l' acqua che passerà sopra possa più facilmente sfuggire.

255. Secondo questa regola si vede che la faccia superiore della briglia che deve ricevere l' estremità del tavolato, deve essere più bassa di quella della traversa appoggiata alla soglia per ricevere l' origine dello stesso tavolato, per la quantità di pollici che avrà il pendio della platea, al che bisogna osservar bene per regolare l' altezza delle file dei pali che debbono portare le traverse maestre e le briglie estreme, onde le traverse intermedie sieno posate in modo che la loro superficie segua il pendio che deve avere il tavolato.

Devesi osservare che possono succedere dei casi in cui fosse pericoloso il dare alla platea un pendio maggiore di un quarto della sua lunghezza, quando ciò fosse a scapito della profondità, dell' acqua cui debbono pescare i vascelli che passeranno per la chiusa (ai quali 15 o 20 pollici d' acqua non possono essere indifferenti), in questo caso sarebbe meglio fare la platea orizzontale perchè non ne può risultare un grande inconveniente. Difatti, come ho detto nel Capitolo precedente (235), non vi è nulla di più essenziale che di regolar bene l' altezza della strada sopra il letto di un canale o di un fiume, se non si trovasse nel caso di essere profondato per una certa lunghezza presa dal piede del patto della platea.

256. Per meglio concepire tutto ciò che precede, bisogna considerare il primo profilo preso su la larghezza della chiusa: vedrassi una traversa C D attaccata ad uno dei filari di palanche E F, posata sotto la soglia $a f b$, figura 1; queste palanche sono qui interrotte nel mezzo per mostrare nell' infossatura il massiccio C della murazione dei fondamenti. Vedonsi pure al di sotto di questa stessa briglia i pali A che lo sostengono, ed al di sopra le estremità G delle travi che la incrociano, e nel loro intervallo la sezione del primo tavolato Y, coperto da una seconda fila di traverse H I su cui è posato il secondo tavolato K L con la sua contro fodera.

Il secondo profilo sulla linea di una delle spalle di cui è espresso l'alzato in un altro aspetto con tutti i legnami di cui abbiamo parlato, fig. 2 e 3, cioè che le traverse rappresentate nella loro lunghezza nel primo espresse di fronte in questo con una delle travi longitudinali veduto per tutta la sua estensione al pari delle palanche. D'altronde si osserveranno anche in questo secondo profilo alle estremità M N le file dei pali che portano gli appoggi dei filari di palanche X, nel mezzo i pali o o, più elevati degli altri per formare la platea P Q, le traverse maestre R, le soglie S che sono al di sopra e le palanche T

vedute di profilo del terzo e quarto filare marcato in pianta da C D. Finalmente si vedono pure gli altri filari di palanche V marcati in pianta da E F che sono nella linea formata dalle spalle e dalle ali.

257. Era cosa semplicissima che i primi costruttori delle chiuse pensassero a guarentire le estremità della loro platea dei guasti che l'azione dell'acqua non mancherebbe di cagionarvi, e forse soltanto dopo una funesta sperienza ne hanno sentito la necessità. Comunque sia, è certo che in tutti i casi in cui l'acqua si può trovare non cessa di agire per aprirsi un passaggio a spese dei corpi che vi oppongono un ostacolo. Se essa è corrente, scava e guasta ciò che si oppone al suo passaggio con altrettanta forza quanto è più rapido il suo corso. Se al contrario essa è stagnante quella del fondo fa sforzo in ogni senso per isfuggire dallo sforzo in cui la pone il peso di quella ond'è aggravata, e se incontra qualche fenditura nelle commessure dei pezzi di legname, screpolature nella terra o nella murazione diviene una trivella delle più attive e stacca e separa le parti che sembrano le più unite, e di là continua a fare de' progressi finchè sia giunta a trovare un'uscita per fuggire. Allora il danno ch'essa produce succede con una rapidità capace di distrugger tutto se non vi si reca pronto rimedio il che diviene talvolta impossibile. Ora lascio pensare il guasto che farebbe l'acqua del mare che venisse a battere violentemente i margini di una platea, o la rapidità di una corrente che passerebbe per la chiusa, se la fondazione non ne fosse guarentita da una superficie capace di metterla al coperto dell'acqua che venisse a colpirla? Questo pericolo è così grande e gli effetti sono di tale conseguenza che in molti casi non si reputò bastevole un solo filare di palanche X, come nell'esempio che qui riportiamo, ma si è raddoppiato un secondo applicato a ridosso ed incatenato fra le stesse briglie, come si è praticato nella chiusa che era all'entrata del bacino di Dunkerque.

252. Per maggior precauzione ancora si munisce questa barriera che si oppone all'acqua con un buono strato di argilla addossato alla faccia esterna delle palanche, perocchè l'acqua non attacca questa terra, come le altre più facili a staccare, il che spiegheremo parlando della costruzione delle platee accessorie.

Siccome potrebbe succedere malgrado tutte queste misure che in processo di tempo l'acqua pervenisse ad introdursi sotto la fondazione, sia per lo spostamento delle palanche o perchè venendo a marcire vi si formarebbero dei pertugi, si prende la precauzione di piantarne da ciascuna parte un'altra fila V per arrestarla ed impedira di andar più lungi, aspettando che si possano fare le riparazioni convenienti, altrimenti che non dovrebbesi temere se passasse più in là? E come poter ristabilire il male che avrebbe potuto fare senza distruggere ogni cosa? Invece sta nella prudenza di coloro che costruiscono le chiuse il renderle meno soggette che sia possibile alle riparazioni per le difficoltà che s' incontrano a farle nelle fondazioni. Se si colloca la seconda fila di palanche V piuttosto all'origine delle ali che altrove, non vedo altra ragione se non perchè questa è una posizione determinata, poichè sarebbe forse eguale se fosse alquanto al di sopra o al di sotto.

In quanto ai filari di palanche T posati sotto le soglie, essi sono indispensabili, perchè quivi la platea è dove ha più commessure

in causa dei pezzi di legname che vi si trovano, e quivi per conseguenza l'acqua ha più adito ad introdursi, e in pari tempo più forza per aprirsi un passaggio quando le porte superiori sono chiuse e le inferiori aperte od al contrario. Peroechè allora se l'acqua sostenuta è di un'altezza considerevole e semplici fili s'introducono sotto la parte della platea che non è aggravata, essa agirà con una forza prodigiosa per aprirsi un passaggio, ma trovandosi chiusa dalle palanche T, il danno non può produrre conseguenze, poichè, quand'anche attraversasse nna di queste file, sarebbe chiusa a destra ed a sinistra dagli altri filari che vi sono collocati, servendo tanto contro l'acqua dell'interno della chiusa quanto contro quella al di fuori. Per questa ragione, senza dubbio, il Maresciallo Vauban, che fece costruire la chiusa di cui si parla, non si è appagato di raddoppiare le palanche coi due filari T, come avea fatto ai due primi X, e ne fece piantare altre doppie file sotto le punte degli angoli dei portoni. Tante ragioni di preservare i fondamenti e le platee delle chiuse dagli accidenti onde l'acqua le minaccia da ogni parte, fanno bastantemente conoscere l'estrema importanza d'impiegare con molta cura le palanche.

259. Benchè l'attuale nostro scopo si limiti unicamente alla costruzione delle fondazioni conveniente alle chiuse situate sopra un cattivo terreno, non lasceremo di spiegare così di sfuggita le altre parti rappresentate dalle piante e dai profili, per renderle sensibili a quelli che non hanno che una leggera cognizione, aspettando che ciascuna sia dettagliata alla sua volta.

Il primo profilo mostra la grossezza delle spalle munite dei rispettivi contrafforti, il modo ond'è posata la pietra di taglio formate di teste e chiavi che stabiliscono la parete esterna; la copertina che ne forma la sommità, composta di lastre legate fra loro con ramponi piombati; i portoni come si vedono quando sono chiusi, al pari degli sportelli le cui paratoje x, attaccate ad aste dentate, s'innalzano e si abbassano coi martinetti y, attaccati alle traverse superiori v.

Riguardo al ponte rotante che serve ad attraversare la chiusa, qui si vede di fronte, come pure l'asta del perno su cui agisce quando si volge per lasciar passare i bastimenti.

In quest'opportunità dirò che quando le spalle sono compinte si pone contro di essi un rinforzo di argilla, di 5 in 6 piedi di grossezza, indicato in pianta e nel profilo colla lettera Z, piantata così basso come la prima corsia del massiccio; questo strato s'innalza a misura che si fa l'interramento fino al di sopra del peso massimo delle acque onde munire le spalle contro i danni che potrebbero cagionare quelle di fuori.

In quanto al secondo profilo C D che comprende l'elevazione di una delle spalle vi si vedono anche le porte precedenti come sono vedute allogate nelle impostature fatte per riceverle; vi si distingue il sistema dei pezzi di legname onde sono composte, il che non si vede nelle precedenti, perocchè sono coperte dei tavoloni che formano la superficie. Taccio delle ferramenta che servono a collegare e fortificare quest'armatura; mentre ne parlerò in seguito con la maggior precisione; aggiugnerò soltanto, per non ommetter nulla, che nei luoghi marcati S si avevano le traverse destinate a ricevere i travetti che servono a formare le ture in caso di bisogno; qui non se ne trova che una da ogni parte, perocchè quelli che costruirono questa chiusa, credettero che bastasse appoggiare le terre contro una tra-

versa, non calcolando la grossezza della tura, mentre ora si preferisce dar maggior lunghezza alla chiusa e fare due incastri anzi che uno, onde formare una cassa che riempita di argilla renda l'esecuzione della tura più semplice e più pronta.

260. Siccome tutte le parti della fondazione da noi spiegate sono espresse troppo in picciolo nei precedenti disegni per essere intese bene, le abbiamo riportate, molto più in grande su la Tavola XV, in cui si troverà l'armatura sviluppata in modo tanto chiaro quanto si può desiderare nel caso di costruirne di simili. È vero che quest'armatura appartiene ad una chiusa più larga di quella di Bergues, che ci ha trattenuto finora, essendosi tratta da quella del grande passaggio di Mardick, che aveva 44 piedi invece di 26 da noi attribuiti alla precedente; ma la spiegazione che ne daremo non spargerà minor lume su quanto precede.

Nella sezione secondo la larghezza della chiusa si troverà, fig. 1, 2 e 3, 1.° uno de' sei ordini di pali D portante una delle prime traverse A B, che serve di appoggio ad un filare di palanche E F, interrotto come poc'anzi, per far vedere la murazione C; 2.° i panconi laterali G veduti per l'estremità in questo profilo, e longitudinalmente nella pianta e nell'altro profilo che incrocia il precedente; 3.° il primo tavolato Y posato su le prime traverse e chiuso nell'intervallo dei panconi laterali G; 4.° questi pezzi, come pure lo stesso tavolato inchiavato dal secondo rango di traverse H I, espresso longitudinalmente nel secondo profilo, e del pari la murazione che riempie i vuoti che lasciano fra loro questi pezzi coi graticolati da essi formati; 5.° il secondo tavolato K L colla sua fodera: 6.° uno dei battenti *q r* che serve di appoggio ai portoni; 7.° la soglia *e f*; dado *a b* in cui è incastrata la ralla *o p* del perno di una delle porte sostenute dalla traversa maestra S, la cui larghezza essendo doppia di quella delle altre è sostenuta da un doppio ordine di pali *i l*, per maggiore solidità; 8.° una parte P Q della impalcatura, il cui rilievo ha costretto i pali O a maggiore elevazione degli altri D per tutta l'altezza dei battenti contro cui poggiano i portoni; 9.° uno dei filari delle palanche T colla sommità incatenata nella traversa maestra S e nell'appoggio A B.

261. La posizione delle altre file di palanche che qui non si sono potute rappresentare, si rileveranno facilmente per mezzo della fig. 4. tav. 19, che è un profilo da riguardarsi come la continuazione del precedente, preso ad uno degli estremi della platea. Si vedrà che l'altezza della fila de' pali in cui trovasi quello N, fu regolata in modo che la traversa, o briglia S T fosse a portata di ricevere la fodera Y Z del secondo tavolato *u x*, il quale terminando contro questa briglia, ricopre la fila di palanche X vedute in profilo, incastrata tra questo pezzo, ed una delle prime e seconde traverse A B, I H, che racchiudono l'estremità del primo tavolato Y, terminato dalle palanche. Di quelle che stanno all'origine delle diramazioni vedesi la V che si suppone attaccata ad una delle prime traverse, collocate in questa direzione; per cui si rende manifesto che la sommità di queste palanche deve stare a paro della briglia, per essere ricoperta dal primo tavolato.

Sarebbe un dimostrare troppo debole opinione dell'intelligenza de' miei lettori, se mi soffermassi più a lungo sulla tavola 15, giacchè basta considerare la relazione delle lettere simili comprese nella pianta e nei profili

per giudicare che appartengono ai medesimi pezzi veduti ne' diversi aspetti in cui sono presentati e che si riferiscono alla costruzione che abbiamo descritta.

Sezione II.

Descrizione della fondazione della grande chiusa che era anticamente innanzi al bacino di Dunkerque.

Di tutte le chiuse che io conosco, non ne ho veduto alcuna le cui parti abbiano un più giusto rapporto col loro scopo, come in quella del bacino di Dunkerque costrutto nel 1684 sui disegni e progetto del maresciallo di Vauban, e riputata la più bella del suo tempo. Essa avea 42 piedi di larghezza, e sosteneva ordinariamente sulla sua platea 20 piedi d'altezza d'acqua, e per conseguenza poteva dar passaggio a vascelli da guerra di secondo rango.

262. Essendo stata collocata in un fondo di sabbia mobile furono necessarie delle grandi precauzioni per istabilirla solidamente, al che si giunse con molto successo, poichè nei trent' anni che esistette questa chiusa si è sostenuta in modo da far credere che sarebbe stata ammirata nei secoli avvenire, se nel 1714 non avesse subito la sorte di tutta la piazza; quindi io credo che gli sviluppi che mi accingo di dare, per ciò che si è osservato nella fondazione di essa, non potranno che interessare, avendomi di molto giovato a determinare le regole date nel Capo IV, sul modo di tracciare le grandi chiuse. I disegni che riporto sono tanto più istruttivi, in quanto che fanno conoscere anche meglio dei precedenti i progressi dell' opera, ciascuna modificazione trovandosi espressa in una metà dell'estensione della chiusa. Siccome l'armatura di legname vi è assai intralciata, ho posto ogni mia attenzione a renderla sensibile nelle Tavole 16, 17 e 18, senza curarmi di far vedere la murazione che ne riempie i vuoti, per evitare la confusione che la picciolezza della scala avrebbe potuto far nascere nell' incisione.

La Tavola 16 comprende quattro metà della chiusa, ciascuna delle quali tracciata da linee punteggiate, mostra successivamente ciò che è stato eseguito. Nella prima vedesi che anzi tratto furono piantati otto ordini di pali *a b*, per portare altrettante briglie, mentre nella chiusa di Bergues non ve n'erano che 6 per appoggiare le palanche. Questa differenza proviene dall'averne in questa posati due per sostenere ciascun angolo dei portoni, uno sotto la soglia e l'altro sotto la punta; circa gli altri pali se ne sono piantati sotto le spalle soltanto, distribuiti presso a poco come si vedono indicati.

263. Lungo ciascuno de' sei appoggi si è piantato un doppio filare di palanche A B, cioè dopo averne inchiodato un primo se ne è profondato un secondo applicato su la commessura della precedente inchiodata del pari per rendere impenetrabile il passaggio dell'acqua nei luoghi più critici della fondazione. Eccesso di precauzione che non si può che approvare benchè sia molto dispendioso, ma quest'aumento di spesa non deve im-

pedire di fare un così buon impiego dei fondi del Principe, quando si tratta di un' opera la cui importanza non permette che vi si guardi così da vicino. Senza dubbio Vauban ba così agito per forte ragioni, egli che faceva lavorare con tanta economia, d' onde si può inferire quanto temesse gli accidenti che potevano cagionare le acque del fondo avendo quadruplicato gli ostacoli che si oppongono al loro progresso. Ciò deve servire di lezione a coloro che propendono a far lavorare un po' leggermente per non prevedere un pericolo che talvolta non si manifesta che lungo tempo dopo che l' opera è compinta, o quando non vi si può più rimediare.

Riguardo agli altri due appoggi C D collocati all' origine delle braccia, si è contentato di non attaccarvi che una semplice fila di palanche, perchè vi sono meno importanti che negli altri luoghi, come ho detto precedentemente. D'altronde si capirà ancor meglio la posizione delle briglie e delle palanche doppie e semplici, considerando il profilo che è al fondo della Tavola 18 che rappresenta abbastanza chiaramente tutti i legnami di cui può essere composta la fondazione di questa chiusa, perciò si farà bena a non perderla di vista a misura che progredirà la spiegazione del lavoro.

264. La murazione che era tutta di mattone in malta di terriccio d' Olanda, essendo stata innalzata dal fondo all'altezza di circa 18 pollici, per toccare la base delle briglie o delle traverse maestre, se ne sono collocate di comuni M N, tav. 16, nei vani formati dagli intervalli delle palanche; queste traverse avevano 14 pollici di riquadratura, ed i pezzi maestri A B, C D, 30 per 20.

Furono posate 10 traversa fra il primo e secondo filare di palanche; 15 fra il secondo ed il terzo, 2 fra il terzo ed il quarto; 6 fra il quarto ed il quinto, e non 7 come è indicato per errore nella pianta; 2 fra la quinta e la sesta, 11 fra la sesta e la settima, e 10 fra quest' ultima e l' ottava.

Queste traverse, come anche gli appoggi, erano tutti appianati allo stesso livello nel che si commise uno sbaglio d' inavvertenza perchè le sei del mezzo avrebbero dovuto essere più elevate delle altre di 15 pollici circa, per dar luogo al rilievo della strada il che avrebbe dispensato di aggiugnere in questo luogo un graticolato di più come dimostra il profilo, tavola 18.

265. Questo primo graticolato fu formato per tutta la larghezza della fondazione senza aver riguardo al vuoto che lasciavano gl' intervalli dei contrafforti, come si è fatto più gindiziosamente nella Tavola 14, per economizzare legnami di tanto costo attesa la loro grossezza, il che ha qui cagionato un aumento di spesa male a proposito. Questa chiusa, presenta veramente cose ottime da seguire, ma altre ancora poco imitabili. Il mio scopo è quello d' istruire e non di far ammirare un lavoro per la sola ragione che è stato diretto dal maresciallo Vauban.

Dopo aver empiuti i vuoti di murazione che lasciavano fra loro le traverse, si è stabilito su questo graticolato un tavolato, come vadesi nella tavola 18, ove si rimarcherà cha non dovendo aver luogo che per la platea si è troppo esteso sotto le ali a molto inutilmente nelle teste. Non è già così in fronte alla camera, perocchè conveniva che si stendesse sotto i piccioli acquidotti praticati nella grossezza delle spalle come in seguito dirassi: Del resto questo tavolato fu calafatato e catramato come si fa dei bastimenti.

266. Su questo tavolato si sono posate quattro traverse maestre E F, direttamente sopra le prime, ma molto più brevi, non avendo che 54 piedi di lunghezza, il che bastava perchè le loro estremità fossero incastrate per 3 piedi nel massiccio delle spalle. Queste travi maestre destinate a portare i battitoi dei portoni, come fa vedere il profilo, furono prolungate fino sulla parte posteriore della fondazione con altre comuni ancora di 24 pollici di squadratura, di cui si è fatto un secondo graticolato affatto simile al primo ch'essa copriva esattamente; gl'intervalli furono riempiuti del pari di buona murazione, dopo di che se ne è formato un terzo composto di 43 panconi C D posati così vicini l' uno all' altro come lo erano le traverse di sotto, con le quali furono incastrate, il che dimostra così naturalmente la Tavola 17, che sarebbe superfluo parlarne di più.

Finalmente si è fatto un quarto graticolato composto di traverse incastrate nel pezzo di sotto, osservando che si posarono due pezzi maestri G H di 36 pollici di squadratura per la soglia de' battitoj I K J, che furono stabiliti consecutivamente come pure le guide L M per le rotelle delle porte di cui parleremo in seguito. Se queste soglie sono state formate così forti, fu per poterle tagliare verso le loro estremità in modo da servire di incastro alle ralle.

Riempiti i compartimenti con murazione bene appianata, si è posato il secondo tavolato che doveva servire di platea calafattato e catramato, come diremo nel Capitolo dei dettagli delle opere di legname.

267. Bisogna convenire che questa fondazione è di una solidità a tutte prove per la ripetizione dei graticolati, ma si confesserà pure che la spesa è grandiosa, attesa la quantità di legname che vi si è impiegata, di cui sembra che si avrebbe potuto risparmiare la metà senza temer nulla per la durata del lavoro. E ciò si è fatto con molta ragione in tutte le chiuse che si costruirono di poi sopra un terreno simile a quello che si è trovato nel bacino di Dunkerque. Si è totalmente soppresso il secondo graticolato, e ridotto il terzo a 15 travi longitudinali invece di 43 per le chiuse ancor più larghe di questa, e limitate le traverse dell'ultimo graticolato a non avere che alcuni piedi più di quello che esigeva la larghezza della platea nei luoghi ove erano posati, come si è dovuto rimarcare su la Tavola 14, ove non vedesi nemmeno il quinto graticcio per elevare la platea a livello de' battitoj. È vero che M. Vauban nel 1684, ed altri ingegneri del suo tempo, non avevano fatto eseguire a Dunkerque e nei contorni, una chiusa tanto importante come quella del bacino. Il terreno era, come ho detto, una sabbia mobile atta ad ispirare dei timori, e non si aveva ancora acquistata molta sperienza in questa specie di lavori, e Vauban per fare il suo progetto si era regolato su quanto fu eseguito nella costruzione della grande chiusa del sostegno di Ostenda, come seppi da Dupuy Vauban, suo nipote, ove il terreno si era trovato ancor più cattivo che a Dunkerque. Anche Dubisis, famoso architetto dei Paesi-Bassi, che fece costruire questa chiusa verso l' anno 1640, è forse stato egli pure troppo timido; comunque sia è più scusabile il peccare in questo che correre a rischio di incorrere taccia di temerità. È da presumere che Clement, a cui siamo debitori della bella semplicità a cui oggi si trova ridotto il meccanismo dei legnami di una chiusa, avrebbe agito egualmente se non avesse avuto il vantaggio di cominciare dove avevano terminato i suoi predeces-

sori, perocchè questa materia era affatto nuova verso la fine del secolo passato, ed egli più d'ogni altro contribuì a perfezionarla.

268. Si noterà che le mie osservazioni non cadono se non sulla economia che si deve avere per l'impiego dei legnami nelle provincie ove sono rari, onde restringerli entro i limiti di un impiego indispensabile, ma siccome scrivo per tutte le nazioni e si trovano paesi ove non costano che la spesa di abbatterli, si farà bene in questi casi a seguire ciò che fu dettato nella grande chiusa di Dunkerque ed anche altrove, quando la cattiva qualità del terreno lo esigerà assolutamente, poichè l'opera non sarà che più guarentita. Quindi i disegni che offro potranno avere la loro utilità con le modificazioni che si crederanno convenienti, e perciò continuerò a spiegare quelli che mi restano a riferire.

Formato convenientemente il tavolato che doveva servire di platea, si elevò la murazione delle spalle, come si vede nelle piante della Tavola 18, in cui si osserverà che questa chiusa aveva in ciascuna spalla un picciolo acquidotto E F (126) ed arco circolare, il cui ingresso e l'uscita sono espressi nell'alzato che accompagna il profilo. Questi acquidotti a vôlta erano formati con le pietre D H che ne attraversavano tutta la larghezza, che non era che di tre piedi, l'interno era rivestito pure di pietre dure capaci di resistere alla violenza delle acque che passava da una parte all'altra della chiusa, perocchè le porte che erano arcuate, come si può vedere dalla curvatura dei portoni A R B, C S D, non avevano portello.

Riguardo ai contrafforti O, sono stati collocati in modo da assicurare la solidità delle spalle, e si sono posati due altri intermedj Q ad una giusta distanza dal mezzo P Q della camera, acciò possano servire a ricevere i tiranti X Y che ritenevano i collari dei portoni onde moltiplicare le chiavi di ferro incastrate nella murazione. La seconda pianta dimostra pure in V ciò che appartiene alla paratoja che serve a chiudere l'acquidotto, il che dettaglieremo altrove. Vedesi del pari come erano impegnati nella murazione con chiavi posate orizzontalmente, i pali di legno P che servirono a sostenere la coscia di ciascuna metà del ponte rotante, come si osserva ancor meglio su la prima spalla, ove questi pali sono legati insieme da quarti. Finalmente vi si distingue la piattaforma di travetti q, in cui era incastrata la ralla del perno di una metà del ponte, che si allogava nell'incassatura T R S, fatta espressamente per ricevere il ponte quando si rispingeva pel passaggio dei vascelli. Si avrà una giusta idea della situazione di questo ponte considerando la figura 2, Tavola 47, che rappresenta prospettivamente l'ingresso della chiusa di cui si parla, guardante il mare, in cui si osserverà una metà del ponte situata per attraversare la chiusa, e l'altra ripiegata nella sua incassatura.

Conviene osservare che la parte di questa chiusa dalla parte del mare era alquanto più lunga di quella che guardava il bacino, non solo perchè vi corrispondesse il ponte rotante, ma anche per allontanare il margine della platea dal danno che avrebbe potuto cagionargli la caduta delle acque di riserva; attenzione che bisogna avere specialmente quando sono destinate a scavare un canale, del che avrei dovuto far menzione negli articoli 122 e 135, come della ragione principale, ma mi era sfuggita e non me ne sono accorto che dopo la stampa del Capitolo IV, non è già che questa differenza vi faccia molto quando le platee accessorie sono state ben

lavorate, avendo veduto delle chiuse bellissime per tal uso, fra le altre quella di Bergues, Tavola 14, in cui la camera era nel mezzo; nondimeno ho creduto di non trascurare questa osservazione per prevenire le critiche di coloro che si accigliano alle più picciole ommissioni.

Sezione III.

In cui si descrivono le chiuse di mediocre grandezza per dirigere le acque in vantaggio di un porto di mare.

269. La chiusa di Bergues non era già la sola che agiva per espurgare il porto di Dunkerque; ve n'era una ancora allo sbocco del canale della Moere (63), ma più picciola, non avendo che 14 piedi di larghezza, la quale adempieva allo stesso scopo separatamente o di concerto. Questa chiusa che non serviva punto alla navigazione, aveva un pajo di porte ad angolo dalla parte del mare, per impedirle d'irrompere nel territorio, le cui acque che erano quelle stesse del canale venivano sostenute da una paratoja. Una delle sue spalle essendo rovinata l'anno 1708, come si è detto all'art. 251, si fecero varj progetti per ristabilirla, ed uno fra gli altri che vedesi riferito su la Tavola 19, che potrà servire a mostrare l'unico mezzo che altra volta si aveva, di dirigere le acque per profondare i porti di mare prima dell'uso delle porte giranti, assai più comode. La pianta di questa chiusa è così semplice che basta un semplice sguardo a giudicarne. Vi si vede in pari tempo la superficie della platea, quella della sommità delle sue spalle col ponte fisso K che serve al passaggio da una parte all'altra; i battitoj ad angolo G con una porta chiusa I e l'altra aperta H, la posizione della paratoja L, quella dei cavalletti M che portavano il verricello, al quale era sospesa questa paratoja, che sono altrettante parti rese dai profili tanto sensibili come si può desiderare.

Nella prima A B che rappresenta l'elevazione di una spalla, vedesi uno di questi cavalletti M, una ruota dentata con la paratoja e le funi che la sostengono, uno dei portoni supposto aperto, la sponda G H rivestita di legname che forma una delle ali della chiusa allo sbocco delle acque per dirigerne il corso sulla platea accessoria di fascinoni la quale serve a preservare il margine della vera; d'altronde la fondazione fatta con graticolati posati sui pali, il tutto munito di murazione come si è fatto nella chiusa di Bergues. Della qual cosa si giudicherà ancora meglio or ora.

Il secondo profilo C D rappresenta le porte quando sono chiuse, munite delle paratoje col loro portello, il ponte della chiusa veduto di fronte, la grossezza delle spalle coi loro contrafforti, finalmente l'armatura di legname della fondazione presa lungo una corsia di traverse.

Il terzo profilo E F esprime la paratoja L veduta in faccia, le carrucole che vi sono attaccate, sopra le quali passano le funi per sussidiare la forza, il verricello e le ruote per maneggiare questa paratoja nelle seguenti circostanze.

Quando il mare si abbassa, si aprono le porte della chiusa e quand'è totalmente ritirato si alza la paratoja più o meno secondo la quantità d'acqua

che si vuole scaricare; allora essa fugge con tutta la velocità che le può imprimere il peso di quella che la caccia, e trasporta al mare la belletta e la sabbia onde si carica per via. Se nella seguente marea le acque del canale non sono bastantemente abbondanti per ricominciare la stessa manovra, vi si lascia antrare quella del mare fino ad una conveniente altezza, poi si abbassa la paratoja per non rilasciare che all'uopo le acque sostenute.

270. In difetto di un canale si può anche far uso utilissimamente di una simil chiusa situandola convenientemente nella fossa di una piazza marittima, come si è fatto a Calais; quella che è situata nell'angolo saliente del bastione della cittadella guardante il porto rassomiglia molto a quelle che mi accingo a descrivere, ed è poco diversa della precedente, non avendo anch'essa che due porte ad angolo ed una paratoja; essa ha di più una porta all'acqua che non è altro che una saracinesca simile a quelle che si vedono nelle fortezze per impedire nella notte l'ingresso al nemico nella fossa e guarentire la piazza dalle sorprese.

Per famigliarizzare sempre più i principianti con gli sviluppi di una chiusa, e farne ad essi intendere lo spirito, spiegherò di nuovo tutto ciò che appartiene alla fondazione di cui parlo, rappresentata su le Tavole 20, 21 e 22 la cui nitidezza non può che contribuire a sbrogliare la materia, non potendo intendersi bene il soggetto che tratto se non con una grande quantità di disegni per rendere sensibile il numero delle cose delle quali senza questo soccorso non si può formare un'idea giusta, perciò non li ho risparmiati. Più andrà innanzi il lettore nello studio di quest'opera più mi sarà grato di aver io fatto in tal guisa. Persuaso che esaminando sempre più da vicino gli oggetti che prima gli saranno sembrati indifferenti, troverà sempre più nuove ragioni per istruirsi.

Siccome i muri L M, N O, tav. 20, che appartengono alla fortificazione della fronte in cui si suppone collocata la chiusa, nulla ha di comune con ciò che riguarda la sua fondazione, non mi vi arresterò punto, e dirò soltanto che dalla parte dalla piazza e per conseguenza del sostegno delle acque della grande fossa si è piantato una fila di palanche P, Q, R sostenute da una briglia per guarentirne il piede contro la corrente ch'esse formano quando si sfogano, e che per le ragioni già dette alla fine della prima sezione (257), si sono pure profondate tre altre file che attraversano tutta la larghezza della fondazione della chiusa. La prima E F sotto i battitoj delle porte, la seconda C D sotto la soglia della saracinesca che serve di porta all'acqua, e la terza S T all'uscita della chiusa. Se ne sarebbe posta una ancora in G H sotto la soglia della paratoja se non si fosse trovata una vecchia fondazione migliore di ciò che si poteva fare.

Prese tali precauzioni contro l'acqua del sostegno e quella del mare, si sono piantati tanti pali quanti si videro necessarj attesa la cattiva qualità del fondo di sabbia mobile che regna comunemente nei dintorni di Dunkerque.

In seguito si è posato un primo ordine di traverse distanti 3 piedi da un mezzo all'altro formante il primo graticolato sul quale si è stabilito il secondo composto di travi al lungo, tre dei quali sotto ciascuna spalla, una soltanto nel mezzo della platea a cagione della poca larghezza della chiusa che non è che di 14 piedi, ed un'altra picciola sotto la coda di ciascun contrafforte. Tutti questi travi incastrati e legati con le traverse come si è detto

precedentemente, ma prima di venire a questo, è necessario osservare che si sono posate quattro traverse maestre I K, la prima sotto la ralla delle porte; la seconda sotto la sua soglia, la terza sotto quella della saracinesca e la quarta sotto quella della paratoja; ciascuna di esse inchiavata fra due altre traverse semplici, il che si distingue perfettamente nel primo e secondo profilo della Tavola 22.

271. Dopo aver formato il secondo graticolato ed innalzata la murazione a conveniente altezza, si è stabilito il primo tavolato inchiodato su le traverse nella larghezza della platea e soltanto con 18 a 20 pollici di sporgenza. Quindi si è formato il terzo graticolato composto di un secondo ordine di traverse, in pari tempo posata la soglia, le ralle ed i battitoj per l'unione dell'angolo. D'altronde si è anche stabilita la soglia della saracinesca e quella della paratoja l'una e l'altra ben serrate contro le due traverse per renderle immobili. Si osserverà che queste soglie servono in pari tempo di piattaforma agli stipiti degl'incastri inchiavati nella murazione delle spalle, il che dimostra visibilmente la seconda pianta al pari delle sponde di murazione che servono di ale alla chiusa dalla parte dello sbocco delle acque, il rinforzo di argilla onde sono inviluppate queste ale stesse e le spalle, finalmente i fascinoni delle platee accessorie. Non parlo della misura dei legnami che compongono la precedente armatura; si troverà nel Capitolo VIII, ove si spiega la maniera di determinarle secondo la larghezza delle chiuse con tutti i dettagli relativi alle platee.

Gl' intervalli delle traverse dell'ultimo graticolato, essendo stati riempiti di murazione, si è posato il secondo tavolato e la sua ricopertura che serve di platea alla chiusa, il tutto a livello colle soglie della saracinesca e paratoja acciò l'acqua possa sgorgare senza trovare ostacolo che la faccia ingorgare.

La Tavola 21 rappresenta la pianta della chiusa, il ponte che serve ad attraversarla, la soglia della paratoja, le travi dei cavalletti del verricello che le appartiene, la pianta della camera della saracinesca stabilita sopra un' arcata che ha per piedritti le spalle, quella del corpo di guardia che sorveglia alla difesa della porta all' acqua, i gradini per passare dal terrapieno alla strada della ronda che si stende lungo il muro merlato dell' opera attraversata da questa chiusa, in una parola tutto ciò che è ad essa relativo.

Siccome su questa tavola si è trovato uno spazio vuoto da essere impiegato utilmente, vi ho riportato in grande l' armatura di una delle porte al mare della chiusa di Bergues, con le dimensioni de' pezzi principali; ma non mi trattengo essendo questo soggetto di tale importanza da meritare un Capitolo speciale, perciò torneremo quando sarà tempo a questa figura.

Esaminando con qualche attenzione le parti che entrano nella composizione dei profili compresi nella Tavola 22 si troveranno tutte quelle da noi menzionate, rappresentate nei diversi aspetti che ne possono facilitare l' intelligenza: i buoni disegni fanno molto meglio dei lunghi discorsi, che non offrono alla mente così bene le idee che si vogliono offrire. D'altronde bisogna convenire che le spiegazioni per cose che parlano da sè stesse sono di una insipidezza insopportabile e più atte ad oscurare la materia che a renderla sensibile specialmente quando si propone di sviluppare con figure in grande i soggetti che meritano più attenzione in pratica. Il che

farò con tanta più ragione che aggingnerò importanti osservazioni per la costruzione delle chiuse in generale; perocchè la Tavola 15 non avendo luogo per molti riguardi che per le chiuse di primo ordine, conviene sviluppare ugualmente tutto ciò che può appartenere alla fondazione delle picciole come sono le due ultime testè descritte.

272. Per quante precauzioni si abbiano avute costruendo la chiusa di Mardick per impedire all' acqua sorgiva o a quella sostenuta di penetrare sotto la platea, appena fu terminata essa si acontorse visibilmente. Due anni dopo quegl' ingegneri stessi che avevano fatta costruire questa chiusa, avendo avuto l' ordine di distruggerla per soddisfare alla Corte d'Inghilterra, come si è detto nel nostro Discorso storico sopra Dunkerque (104), questi ingegneri, ricercarono la cagione di un male contro cui credevano di essersi ben premuniti, e scoprirono che il difetto stava nell'avere incastrati nella murazione i pali piantati sotto l' estensione della platea. Perocchè siccome non è possibile legare la murazione con legnami in piedi mentre uno non può mai avere una perfetta adesione con l' altro, l' acqua del sostegno che aveva fino a 20 piedi di altezza al di sopra della platea era giunta ad introdursi sotto il massiccio, risalendo lungo i pali fino al primo tavolato, ove si estendeva per tutta la capacità della platea del grande passaggio che aveva circa 12144 piedi di superficie; vi formò un velo che essendo messo in azione da una colonna di 20 piedi d' altezza faceva uno sforzo dal basso all' alto equivalente al peso di 242880 piedi cubici d' acqua ossieno 17001600 libbre, per conseguenza capace di sradicare i pali e sovralzarli col graticolato a cui erano attaccati. Ciò che dimostra la necessità di fare questi graticolati tali da resistere ad ogni evento, principalmente quando le traverse hanno altrettanta portata quanta ne avevano qui. Perocchè bisogna riguardarli come altrettante travi che sostengono un tavolato straordinariamente carico e che piega sotto il peso, la differenza si è che qui la forza agisce dall' alto al basso, invece che nel caso di cui si tratta agirebbe dal basso all' alto; d' altronde le traverse non erano punto forti abbastanza come si vedrà più avanti (287, 288).

273. Dopo una sì importante scoperta eglino si applicarono a cercare i mezzi di evitare in avvenire un male così grande, e non ne trovarono di più sicuro che piantare i pali fino a rifiuto di maglio e tagliarli poscia a livello del fondo per assidervi il massiccio, eccetto quelli che debbono sostenere le briglie delle palanche per non dar luogo all' acqua di passare a traverso quando il lavoro fosse fatto accuratamente, il che è stato eseguito dappoi con molto successo nella chiusa d' Asfeld a Calais, in quella del nuovo canale di Gravelines ed altrove.

È sorprendente che un mezzo così semplice non siasi presentato più presto alla mente; quante inutili ferramenta si sarebbero risparmiate per legare i pali alle traverse, ed evitare la difficoltà delle unioni? Ciò certamente proviene dalla tendenza che si ha ad imitare ciò che si è aperto dai nostri predecessori fino a che un fatto segnalato ci abbia aperti gli occhi. Gli antichi ingegneri hanno creduto bene d' inchiavare i pali nella muratura, quelli che vennero dopo li hanno seguìti senza pensare se si potesse far meglio, perocchè si crede potere acusare la propria condotta autorizzandola con quella di coloro le cui massime sono venerate, ma queste

riflessioni mi condurrebbero troppo lunge; tornerò dunque alla spiegazione della Tavola di cui si tratta.

274. Considerando la relazione che hanno insieme la pianta ed il profilo, tav. 23, rapporto ai pezzi di legname espressi dalle stesse lettere, vedrassi che dopo aver piantato i pali T appianati sul fondo dello sterro, similmente gli altri ordini come E, tenuti più alti per sostenere le traverse maestre o briglie D contro cui sono piantate le palanche S, ed aver innalzata la muratura X fino ad una conveniente altezza, si sono posate le prime traverse G, poscia L, e fatto il tavolato H, in guisa che formi un piano con la traversa maestra D, onde coprire le palanche S, per terminare sotto la soglia C o la ralla dei fusi V formata in questo caso da un solo pezzo acconcio a quest' uso.

Su questo tavolato vedonsi pure le seconde traverse R incastrate al pari delle prime coi travi longitudinali L, ed i compartimenti del graticolato sono stati riempiti di murazione, dopo di che si è stabilito il secondo tavolato K e la sua fodera I.

È molto necessario osservare che dopo aver commessi i battitoj M con la soglia C ed il monaco per formare l'angolo dei portoni, si appoggia contro ai battitoj un travicello a gomito composto di due pezzi commessi in *a b c*; uno *a b c e* appoggiato contro la soglia C, l'altro *a d f c b* contro il battitojo M, che non si può vedere nel profilo, e che va a terminare alla coda del monaco a cui è commesso a maschio e femmina.

In questo travicello si è fatta un' incavatura P per inchiodarvi le estremità *g h* del secondo tavolato K posato su le traverse, onde la sua fodera I potesse attaccarsi su la superficie o dello stesso travicello, di modo che l'estremità di questo raddoppiamento vada a terminare in un'altra incavatura praticata su la base N dei battitoj, la quale base qui è a livello colla ralla, quantunque essa faccia parte del pezzo ond'è composto il battitojo stesso, per coprire la commessura di questa base col travicello, ed impedire che l'acqua s'introduca fra loro. Per questa ragione si è praticata una canalatura nella ralla o soglia C e nella grossezza dei battitoj N e nel travicello Q per contenere una barra *n* che serve di legame a questi pezzi, come si è fatto in *m* per unire la soglia C alla traversa maestra D, visti i motivi di cui abbiamo fatto conoscere le conseguenze: perciò dopo aver calafattate le canalature s'incatramano unitamente alle barre acciò l'acqua non possa penetrare nelle commessure.

275. Se avviene, come si pretende, che i pali inchiavati nella fondazione di una chiusa, facciano sì che le acque del fondo salgano sotto la platea, le palanche debbono produrre lo stesso effetto; in questo caso reca maraviglia, come dopo essersene avveduti, si sieno esposti allo stesso inconveniente, mettendone ancora attraverso i massicci sotto le soglie e nelle incrociature; perocchè per le estremità della platea io non dico nulla, essendo indispensabile l'antica costruzione senz'essere nociva. Si dirà forse di agir così per innalzare la testa delle palanche all'altezza del primo tavolato; rispondo che se il loro oggetto essenziale è quello d'impedire che le acque del sostegno si estendano sotto il massiccio, potrebbe bastare l'appoggiarne le traverse sul fondo; allora trovandosi inchiavate bene nel massiccio senza attraversarlo, le acque non potranno più penetrare fin là, tosto che sopra le palanche esisteranno varie corsie di mattoni in buona

malta di cemento o di terrazzo d' Olanda. D' altronde io sottopongo questa osservazione alla censura degli uomini abili nell'arte al giudizio dei quali è giusto riferirsi, perciò tracciando il profilo che è nella Tavola 23, mi sono conformato all' uso presentemente ricevuto senza mutarvi nulla.

276. Finora ho parlato più volte delle porte rotanti come di eccellente uso per abbandonare ad un tempo una grande quantità d' acqua destinata ad espurgare un porto, ma siccome ciò che ho detto non ha potuto darne che un' idea confusa a coloro che non li conoscono, approfitterò dell' occasione di descrivere ancora la fondazione di un altro progetto di chiusa che si voleva fare a Dunkerque allo sbocco del canale di Bourbourg per approfondare il canale, e di cui abbiamo fatto menzione nell' articolo 64.

La Tavola 24 comprende gli sviluppi di questa chiusa che al pari delle precedenti ha 14 piedi di larghezza e bastante lunghezza di spalle per avere due porte al mare ed altre due verso terra con una porta girante nel mezzo dell' intervallo dei due angoli dei portoni. Siccome qui la fondazione forma il principale nostro scopo, cominceremo dal descriverla onde dare nuove istruzioni col moltiplicare gli esempj.

La figura prima contiene un profilo che passa per la linea A B della pianta con l' alzata di una delle spalle. Essa mostra che per costruire la fondazione bisogna prima piantare i pali E che debbono portare le catene di cinque filari di palanche F corrispondenti all' estremità della platea e sotto le soglie dei portoni ad angolo e giranti; osservando che questi tre ultime catene sono altrettante traverse maestre marcate I che servono di base alle soglie dei portoni stessi, le due estreme posate a tre piedi sopra il fondo e quella di mezzo a 4 piedi e 3 pollici onde formare lo spessore del massiccio di murazione e dar luogo ad un rilievo di 15 pollici per la platea. Perciò la loro lunghezza non eccede la larghezza della chiusa se non quanto occorre per inchiavare le loro estremità nel massiccio delle spalle. Vedesi marcata su la pianta con piccioli cerchi punteggiati la posizione dei pali che si suppongono piantati sotto le spalle e sotto i loro contrafforti onde supplire alla cattiva qualità del fondo, se è nel caso di esigerne. Questi pali che si vedono rappresentati nella figura 2, la quale è un profilo su la larghezza C D della pianta, sono tagliati a livello del fondo per poggiarvi sopra la murazione ed evitare l' inconveniente d'incastrarli.

277. Il massiccio appianato a conveniente altezza, si suppone che vi si collochino tanto corsie di travi alla lunga G quante se ne vedono su la pianta, per formare un primo graticolato che regna principalmente sotto le spalle, tutte posate in modo che essendo incastrate con un secondo graticolato di traverse H, la superficie di quest'ultima si trova sotto la platea inferiore di 3 pollici a quello delle traverse maestre, acciò possano essere nello stesso piano del primo tavolato, le cui estremità s' inchiodano sopra una battuta praticata da una parte e dall'altra delle stesse traverse, come vedesi sopra una parte della pianta; ben inteso che prima di venire a ciò si saranno empiuti di murazione i compartimenti del graticolato per non lasciarvi alcun vuoto.

Stabilito questo tavolato vedesi sopra una parte della pianta, figura 4, un terzo graticolato composto di traverse K che non estendono le loro estremità se non due piedi oltre la larghezza della platea come pure le traverse maestre che servono di soglia e in pari tempo di ralla ai portoni inchia-

vati in due traverse semplici come si è fatto delle prime I, il che è mostrato chiaramente dai disegni.

Il restante di questa figura rappresenta la pianta della chiusa e per conseguenza la sua platea e la situazione della porta girante quando è chiusa, come appare nella figura 2.

278. Nelle fondazioni delle chiuse da noi precedentemente riferite il primo graticolato si è sempre trovato composto di traverse ed il secondo di travi al lungo, qui invece la cosa cammina all'opposto. La ragione di questa differenza è stata quella di voler rendere il primo tavolato più difeso dalle acque sorgive serrandole fra due ordini di traverse che non mettendo delle tavole soltanto nell'intervallo dei travi longitudinali, per la difficoltà di accomodarla così bene da non lasciar nessun vuoto, mentre facendo il tavolato tutto di seguito esso è più solido. Siccome questo metodo è stato seguìto in questi ultimi tempi da uomini abilissimi, alla cui esperienza si può riportare, io inclino a credere che meriti la preferenza.

Giova osservare che per meglio assicurare l'orlo della chiusa dalla parte del mare, contro l'estremo impeto della caduta delle acque che deve essere prodotta dalla porta girante (269), si aveva l'intenzione di piantare 9 piedi al di là una sesta fila di palanche per formare un' incassatura *a b*, segnata in pianta ed in profilo piena di murazione onde prolungare la vera platea fino a questa distanza, e siccome l'acqua in questo luogo era ridotta a scorrere fra due sponde di legname, una delle cui parti è rappresentata dalla figura prima, si doveva anche prolungare di 10 piedi oltre la platea precedente formando un tavolato inchiodato a traverse posate sopra uno strato di argilla *c d*, seguìto da una falsa platea di fascinoni come al solito; queste sono precauzioni che fa duopo prevedere in simile occasione, e che non si raccomandano mai abbastanza.

273. Per dare una giusta idea della porta girante di questa chiusa, bisogna immaginare un sistema di legname, tav. 24, fig. 2, con in mezzo un perno mobile L abbracciato da 5 ascialloni, legati con caviglie ed altre ferramenta necessarie alla solidità dell'opera; questi asciailoni poi sostenuti da staffe e sorgozzoni come individueremo altrove. Ora basta dire che questa porta è rinchiusa in un telajo i cui due battenti ricevono le estremità degli asciailoni e tutta l'armatura è rivestita di tavoloni dalla parte del sostegno delle acque dopo avervi praticati i portelli Q ed R che si aprono e si chiudono con paratoje attaccate alle aste dentate dei martinetti posati su la traversa superiore N M.

Nella soglia di questa porta è incassata una ralla per ricevere il perno del palo girante L, la cui sommità è abbracciata dagli asciailoni P che afferrano il collare che la sostiene verticalmente; questi asciailoni sono fortemente attaccati colla estremità nel massiccio delle spalle.

Questa porta è larga 2 piedi più della chiusa, e si appoggia essendo serrata a due imposte di pietra fatte nella grossezza del rivestimento delle spalle e tagliato ad arco di cerchio in senso opposto, come vedesi indicato nella platea in O e P.

280. Onde dalla parte P, opposta al sostegno delle acque, la porta arrivi all'incavatura che le corrisponde, malgrado la spinta dell'acqua si fa uso di un barletto V X rappresentato nella sua imposta com'è situato, acciò non faccia verun ostacolo quando si vuol aprire la porta, quindi si

deve concepire che il barletto, che non è altro che una specie di forza mobile abbia il suo perno V T che agisca e poggi sopra una ralla incastrata in una grossa pietra sporgente T, la cui coda è inchiavata nella murazione della spalla, ed il perno è ritenuto all'alto da un collare di ghisa.

Per far uso di questo barletto si manovra con una fune onde applicarla contro il battente M del portone, fig. 1 e 4, ove poscia si ferma facendo passare nell'uncino che è all'estremità del suo braccio X un anello attaccato all'asciallone P. In quanto al di sotto del portone, ciascuna metà si appoggia a puntoni messi in senso opposto corrispondente alle battute delle spalle.

Affinchè la spinta dell'acqua contribuisca essa pure a far sì che il portone s'applichi meglio contro le battute, non si pianta il perno nel mezzo preciso, ma si fa la parte L N un po' più larga dell'altra L M il che contribuisce ad alleggerire il barletto del carico che porterebbe senza questa differenza.

281. Quando il mare è basso e si vuol aprire la porta il custode del sostegno libera il barletto che ripone nel suo incavo e poscia innalza la paratoja R corrispondente alla parte più larga L N della pianta; allora l'acqua passando per lo sportello cessa di spingere in tutta l'estensione aperta che si considera abbastanza grande acciò l'altro lato M L che era meno caricato, invece lo divenga più che non era prima, il che si ottiene innalzando dolcemente la paratoja in modo che dopo aver rotto l'equilibrio la porta non si apra che molto moderatamente. Ciò si può anche fare sostenendo la porta con una fune corrispondente ad un argano per non lasciarlo se non a misura che è necessario, finchè la porta si appoggi ai *coutras* S che non sono altro che due pezzi di legno attaccati alla platea. Quindi collocato nel filone dell'acqua le lascia la libertà di precipitarsi non presentando ad essa che il minor possibile ostacolo.

Dopo che l'acqua che era in serbo ha adempiuto al suo scopo ed il mare salendo la rimpiazza, per poco che si muova la porta, la marea trovando maggior superficie nella parte L M che nell'altra L N la chiude per la propria azione. Allora il custode la sostiene col barletto e chiude lo sportello R dopo che l'acqua è salita nel canale ad un'altezza conveniente per ricominciare la manovra precedente, il che può fare un uomo nel modo più semplice, mentre volendo conseguire lo stesso scopo con una sola paratoja, come si è veduto poc'anzi, occorrono più persone applicate alle ruote che fanno muovere il verricello il cui apparecchio non può convenire che entro una piazza da guerra e non al di fuori per tema che il nemico in tempo di assedio diriga il cannone contro le parti scoperte della macchina e metta la chiusa fuori di stato di concorrere alla difesa. Questo inconveniente non è da temere facendo uso di una porta rotante la cui elevazione trovasi inferiore a quella delle spalle.

Il portello Q e l'altro R servono a sollevare la porta lasciando scolare le acque sovrabbondanti del canale nel tempo che il mare è basso e non si vuol far agire la chiusa. Lo stesso può anche aver luogo per diminuire il carico della parte M L, innalzando la paratoja in tutto od in parte nel caso in cui il barletto si trovasse fuori di stato di agire, o se si volesse farne a meno del tutto. Allora si può collocare il perno L nel mezzo della porta e rendere alternativamente a seconda del bisogno più aggravata l'una o l'altra di queste parti, tenendo una paratoja chiusa e l'altra aperta.

283. Pel buon uso di una simil chiusa è naturalissimo avere delle porte al mare, contro le irruzioni di esso nelle burrasche onde alleviare la porta rotante e non far passare nella camera che è fra tutte e due o nel canale se non l'altezza d'acqua che si vuol avere, coll'ajuto dei portelli Z collocati su la penultima traversa inferiore, ma non si vede del pari la necessità delle porte dalla parte del paese, a meno che non sieno destinate a sostenere le acque del canale a sufficiente altezza per la navigazione ordinaria nel caso di qualche riparazione senz'essere costretti a costruire una tura da quella parte. Comunque sia osserverassi che i portelli Y di tal porta sono sopra la traversa inferiore onde volendo dare scolo alle acque del canale quella del fondo che è sempre la più torbida possa fuggire senza depositar la belletta, all'opposto dei portelli Z delle porte al mare; l'utilità di queste osservazioni non isfuggirà punto a coloro che entreranno nello spirito delle cose che tratto.

CAPO OTTAVO

SVILUPPI RELATIVI ALLA COSTRUZIONE DELLE PLATEE DI LEGNAME.

Offro questo capitolo come uno dei più interessanti di quest' opera, e nell' intenzione di renderlo più gradito, l' ho diviso in sezioni, onde presentare ciascun argomento nell' aspetto che può convenirgli. Farò lo stesso de' seguenti, allorchè avranno per iscopo degli sviluppi che richieggono di essere circostanziati, non volendo trascurar nulla per rendere insensibile il passaggio dalla teoria alla pratica a coloro che si saranno applicati ad intender bene l' oggetto principale di quanto in seguito vedranno. Con questo mezzo potranno in poco tempo essere al pari di coloro che acquistarono qualche riputazione, e far a meno d' impiegare una parte della loro vita a non apprendere se non cose limitate, che non hanno pregio se non per l' importanza del loro oggetto; e con una giusta economia del tempo potranno acquistare altre cognizioni relative alla loro professione, se ambiscono distinguersi nell' esercizio di essa.

Sezione I.

Modo d' impiegar bene le palanche nella costruzione delle chiuse.

283. Non è cosa indifferente l' impiegare ogni specie di legname per fare delle palanche, siccome esse non hanno d' ordinario che 4 in 5 pollici di spessore al più, bisogna che possano resistere all' urto del maglio del peso di 500 o 600 libbre per profondarle in un terreno di poca consistenza. Il miglior legno è l' olmo o il larice, quello di quercia è soggetto a fendersi, l' abete è troppo molle e si achiaccia sotto i colpi del maglio. Succede lo stesso delle palanche formate di alberi giovani, perciò bisogna per quanto è possibile cavarle d' alberi vecchi.

La lunghezza delle palanche si regola su la qualità del fondo al pari della lunghezza dei pali, essa cade d' ordinario fra 8, 12, e 15 piedi per una larghezza dai 12 ai 16 pollici. Le più lunghe sono le migliori per la

bontà dell' opera e la prestezza dell' esecuzione; ma non si vede la necessità di piantarle tanto profonde come i pali; perocchè basta che le tramezze da esse formate sieno ben radicate, quindi si può ridurle alla metà della lunghezza dei pali o al più di due terzi, dal che risulterà una grande economia. D' altronde esse hanno tanta superficie in proporzione della loro massa che la resistenza che oppongono da questa parte le metterebbe in pericolo di scheggiarsi sotto il maglio se si volesse dare ad esse maggior lunghezza che non conviene, come di spesso succede, dovendosi considerare che i pali già piantati per sostenere il loro appoggio hanno di molto ridensata la terra.

Perchè si serrino bene una contro l' altra per formare una superficie unita, da una parte della loro grossezza si pratica un incavo triangolare A B C, come dimostra la pianta di una di queste palanche, tavola 19, figura T; l' altra è tagliata a linguetta D E F, acciò si possano successivamente incastrare insieme. Per non indebolire di troppo gli spigoli A C si fa in guisa che le loro faccie formino un angolo semiretto rendendo rettangolo il triangolo A B C al pari del suo opposto D E F che si chiama spina. Non vi sarebbe inconveniente a rotondare alquanto gli spigoli A C per impedire al legno di scoppiare mettendolo in opera.

Quando le palanche hanno 5 in 6 pollici di spessore si possono fare le parti G H, K L di un pollice per ciascuna parte per costruir poscia il triangolo H I K su la base HK che non deve aver meno di 3 pollici, acciò la linguetta N dall' altro lato M N O che è tagliata similmente, non sia troppo debole.

284. La figura X rappresenta una palanca veduta in piedi; si osserverà che la sua base è tagliata in isbieco in guisa che la parte P T sia la metà della larghezza P V, le due faccie opposte come P Q, R T, sono assottigliate così che alla base P T non rimane che un pollice e mezzo di grossezza onde resistere alla durezza dei corpi ch' essa potrà incontrare, onde talvolta si armano di uno spigolo di ferro quando il terreno è di una certa durezza. La ragione per cui si toglie alle palanche tutta la parte T R S Y verso la spina piuttosto che dall' altro lato, si è perchè questa spina introdotta nella incavatura adjacente facendo un poco inclinare la palanca dal lato opposto essa non possa rimettersi a piombo quando il maglio la colpisce, senza che non si getti naturalmente nell' incavatura, il che non succederebbe se P T fosse nel mezzo della larghezza P V come si fa nella prima palanca Z che si pianta innanzi ad ogni altra e perpendicolare onde attaccarla immediatamente all' appoggio che deve contenere la fila delle altre. Vedesi che questa prima palanca è incastrata in una seconda Y, e così le altre. Ciò non sembra bastante per dare una giusta idea della loro posizione.

Per dirigerle bene si comincia dal piantare una fila di pali come si è detto nell' art. 241, avente 9 in 10 pollici di grossezza, mentre le altre non ne hanno che 8 in 9: si proporziona l' altezza delle prime sopra il fondo in cui deve essere posato il massiccio di murazione in modo che la traversa od appoggio che le corona, abbia la superiore superficie esattamente nel punto d' elevazione che conviene a questo pezzo, secondo la sua posizione particolare per corrispondere con le altre allo scopo che si propone, il che richiede molta attenzione per parte di quelli che dirigono simili lavori.

285. Suppongo adonque che si tratti di palanche che si piantano ad una delle estremità della platea; si fa al di sotto un solco per ricevere la loro base che si allinea inferiormente con travicelli solidamente fermati, in guisa che ciascuna palanca essendo applicata contro la faccia della briglia, si trovi perfettamente a piombo dopo essere stata allogata nella sua incavatura. Alla qual manovra si occupa un carpentiere secondato da due manovali che non fanno altro che dirigerle per allinearle.

A misura che le palanche sono piantate si tagliano ad un'altezza conveniente alla loro posizione, e ciascuna si attacca con chiodi di 9 in 10 pollici per 9 linee in quadratura, del peso di ona libbra e mezza. In questo caso per esempio fa duopo che la loro sommità sia tagliata a 3 pollici sotto la superficie della briglia che giugne a livello del secondo tavolato espresso nella figura 4, acciò la sua fodera sia esattamente applicata al di sopra, mentre le palanche V che si trovano nella linea degli angoli formati dalle braccia e dalle spalle sono tagliate alla stessa altezza della loro traversa. Riguardo alle precedenti X, il profilo dimostra che sono inchiavate fra due traverse, perocchè vi si aggiugne la seconda I H, quando l'opera è giunta ad un certo punto. Siccome questa seconda deve essere legata con la prima, conservando la stessa linea, vedesi che fa duopo prendere le proprie misure in modo che battendo i pali D, la faccia superiore della traversa A B si trovi situata sotto quella del cappello $s\ t$ nell'altezza che deve formare la differenza del loro livello, in guisa che si possa trovar posto per la grossezza delle palanche u, x ed y unitamente al rialzo della traversa I H che fa le veci di secondo cappello; si lega poscia con la prima con caviglie proporzionate alla grossezza dei legni. Perciò si osserva anticipatamente la precauzione di traforare questi due pezzi in modo che possano essere attraversati insieme alle palanche da caviglie ritenute con animelle e chiavette messe di dentro ogni sei piedi; allora le palanche si trovano incatenate in modo da non mai spostarsi, qualunque sforzo possano provare per parte dell'acqua che si volesse introdurre sotto il massiccio della platea, le cui estremità richiedono ancor più del resto di essere guarentite da ogni accidente.

286. Quando si vuol lavorare con celerità a battere i pali o le palanche per ciascuna capraberta, si formano due brigate, il cui numero di uomini valutando per ciascheduno 50 libbre di forza, dipende dal peso del maglio; queste brigate che debbono cambiarsi alternativamente di quattro in quattro ore possono piantare circa 30 palanche in un giorno d'estate; ciò è presso a poco lo stesso dei pali in un terreno sabbioso; allora il lavoro è spinto così rapidamente che può andare senza interruzione dalle quattro del mattino fino alle otto della sera.

Sezione II.

Della costruzione dei graticolati per le platee.

287. I graticolati che si formano coll'unione di traverse e di panconi laterali, avendo per iscopo di rendere le platee delle chiuse atte a qualunque

resistenza, qualunque pur fosse lo sforzo che abbiano a sostenere per parte dell'acqua che agisce all' insù per gonfiarle, è naturale il pensare che quanto maggiore sarà l' estensione delle platee, tanto più saranno deboli, come avviene ne' solai di molta larghezza ne' quali fa duopo ingrossare proporzionatamente le travi. Non si può dunque fare a meno di adoperare delle travi di una grossezza che corrisponda alla larghezza delle chiuse, perocchè se esse sono tracciate bene avranno le loro platee di figura simile, quindi nella ragione duplicata della loro lunghezza e larghezza. D' onde segue che nel caso in cui molte chiuse avessero la loro larghezza in progressione aritmetica, bisognerebbe che le travi con cui è ordito il graticolato avessero le loro dimensioni presso a poco nella stessa progressione, il che è abbastanza chiaro per aver bisogno di maggior spiegazione, specialmente per cose in cui si può trascurare la troppo rigida precisione, non arrischiandosi nulla coll' eccesso di aumento di solidità. Si starà in guardia nondimeno perchè i legnami della specie che si dovrà mettere in opera, essendo divenuti molto rari nella maggior parte d' Europa, vogliono essere impiegati con grande parsimonia, secondo ciò che si è detto negli articoli 175 e 176. Intendo che invece di fare la loro squadratura eguale come si pratica d'ordinario, bisogna che queste due dimensioni sieno nel rapporto di 5 a 7, tanto più che essendo posati secondo la più vantaggiosa situazione, le incavature che si debbono fare per commetterli si troveranno nella loro maggior dimensione. Ora se a misura che la lunghezza della chiusa aumenterà in progressione aritmetica, questa dimensione delle travature crescerà pure nello stesso rapporto, sarà facile aver l' altra, poichè il quadrato di essa deve essere la metà di quello della prima; articolo 176.

Così ho fatto per determinare la squadratura dei pezzi seguenti appartenenti a tutte le caviglie da 7 fino a 48 piedi di larghezza, supponendo che i termini intermedj crescano di 5 piedi per non cadere nelle minuzie, come sarebbe avvenuto se la differenza che forma questa progressione fosse stata al di sotto di questo numero.

288. Siccome suppongo che le travi dell' ingraticolato saranno di eguale grossezza, ciò che diremo dei primi deve anche intendersi dei secondi; ciò posto prenderemo per regola di pratica che le chiuse aventi dai 7 fino ai 12 piedi di larghezza saranno solidamente stabilite in quanto al graticolato, quando le traverse avranno 9 pollici per 7 di squadratura il che combina con l' esperienza. Partendo da ciò si può con tutta sicurezza calcolare che le chiuse aventi da 13 fino ai 18 piedi di larghezza, debbono avere le loro traverse dei 10 pollici per 7 e un quarto; che gli stessi pezzi per le chiuse dai 19 fino ai 24 piedi debbono essere di 11 pollici per 8; che le chiuse dai 25 ai 30 piedi, debbono averle di 12 pollici per 8 e mezzo, che le chiuse dai 31 fino ai 36 piedi debbono averle di 13 pollici per 9 e mezzo, dai 37 ai 42, di 14 pollici per 10, finalmente dai 43 ai 48 piedi, di 15 pollici per 11. Prendendo sempre per minima e massima larghezza delle chiuse quelle di 7 e di 48 piedi.

Per le traverse maestre D non essendo meno conveniente che la loro grossezza sia proporzionata a quella degli altri pezzi, non vedo nulla di meglio che fortificarle più delle traverse ordinarie di tutto lo spessore del tavolato H. Quindi supponendo che le traverse comuni abbiano 11 pollici per 8 di squadratura, in questo caso le traverse maestre debbono averne

14 per 10; che se le prime ne avevano 13 e 9 le seconde ne avrebbero 16 per 11 e un mezzo, sarà lo stesso delle altre, seguendo sempre il rapporto di 7 a 5. Riguardo ai travicelli Q o, vedesi che a cagione del secondo tavolato K, basta dare alla loro grossezza tre pollici di più che alle traverse, le quali essendo ancora di 11 pollici per 8, i travicelli ne avranno 14 per 8 di squadratura.

289. Allorchè non si hanno legnami abbastanza forti per proporzionarne la grossezza alla larghezza delle grandi chiuse, vi si può supplire moltiplicando i graticolati, siccome ne riferiremo degli esempj che faranno vedere i diversi modi d' impiegare i legnami secondo la natura delle chiuse che ci proponiamo di costruire e la qualità del terreno in cui si dovrà situarle. Perciò non ho risparmiato disegni onde dare delle chiuse di ogni specie, poichè non ve n'ha che non offra qualche soggetto d' istruzione, e non fornisca idee atte a dare maggior estensione e chiarezza a questa materia.

290. Si osserverà che per tutte le chiuse, la cui larghezza andrebbe crescendo secondo i termini di una progressione aritmetica dai 7 fino ai 48 piedi, si suppone che le traverse sieno sempre posate a tre piedi di distanza da un mezzo all'altro, e che le travi alla lunga sotto le spalle abbiano presso a poco lo stesso intervallo, facendo in guisa che se ne trovi una corsia sotto la parete anteriore e posteriore, regolando il numero delle intermedie, secondo lo spessore di questi muri. Bisogna avere la stessa attenzione per le altre travi al lungo della platea, ove basta che il loro intervallo sia doppio di quello dei precedenti, cioè presso a poco di 6 piedi. Allora se ne metterà una corsia soltanto che dividerà in due parti eguali la larghezza delle platee che avranno dai 13 fino ai 18 piedi, tre per quelle che avranno dai 19 fino ai 28 piedi, quattro a quelle dai 29 ai 38, e cinque a quelle che avranno dai 39 fino ai 48 piedi di larghezza.

291. Siccome noi aumentiamo la squadratura dei legnami a seconda che la larghezza dalle chiuse va crescendo, e conserviamo lo stesso intervallo alle traverse da un mezzo all'altro, ed è presso a poco lo stesso delle travi longitudinali, succederà che la capacità delle celle dei graticolati andrà sempre diminuendo in ragione inversa dei quadrati delle grossezze dei legnami; per conseguenza il complesso d'ogni graticolato aumenterà di forza nella stessa ragione a misura che la larghezza delle chiuse sembrerebbe doverli indebolire. Ma siccome non basta avere quest'attenzione per i legni soltanto, ed è ragionevole che si estenda pure alla grossezza di tutto il massiccio, compresavi quella della murazione, bisogna osservare che considerando le cose dal lato peggiore non vi è dubbio che l'acqua del sostegno venendo presto o tardi ad insinuarsi sotto il massiccio ad eguale larghezza della chiusa, più sarà elevato il sostegno, essa spingerà con maggior violenza dal basso all' alto. Che se al contrario l'altezza di essa rimane la stessa e le chiuse differiscono in larghezza, succederà pure che la più grande darà più vantaggio all'acqua per l'aumento del braccio di leva ch' essa gli darà. Il che fa sentire in modo evidente che avendo delle chiuse di diversa larghezza ed altezza, bisognerebbe a tutto rigore *che le grossezze del loro massiccio fossero nella ragione composta della larghezza delle platee e delle altezze dei più elevati sostegni*. Sembra nondimeno che nella loro costruzione non si abbiano avuti tali riguardi, e senza curarsi della maggior larghezza

del sostegno siansi collocati i graticolati sopra una piattaforma di murazione di uno spessore arbitrario e troppo debole a mio parere per quelli del primo ordine. Perciò a me sembra che per conciliare la teoria con la pratica, e ristringersi a giusti limiti, si possa attenersi al metodo seguente.

Per determinare lo spessore del massiccio di murazione su cui si vuol collocare il primo graticolato, prenderemo per regola il farlo di due piedi in tutte le chiuse al di sotto di 12 piedi di larghezza fra le spalle, ed a misura che la larghezza della platea aumenterà di un piede, fortificare di un pollice questo spessore, voglio dire che, per esempio, per una chiusa di 18 piedi, lo spessore del suo massiccio si farà di 2 piedi e 6 pollici, per conseguenza di 3 piedi nelle chiuse che ne avessero 24 di larghezza, e così delle altre, il che non giugnerà mai che a 5 piedi per la più grande di tutte, da noi limitata a piedi 48. Siccome è ragionevole proporzionare la forza delle fondazioni delle spalle al peso della loro massa che sarà sempre relativo all'altezza dell'acqua nelle chiuse di cui si tratta, questa regola non potrà produrre che un buon effetto, perchè unendosi al massiccio il rilievo dei graticolati e dei tavolati, si conoscerà esattamente lo spessore totale che bisognerà dare ai fondamenti della chiusa al di sotto della superficie della platea, per conseguenza il termine di profondità corrispondente al fondo che deve sostenere il tutto.

292. Il miglior legno che si possa impiegare per le travi dell'ingraticolato è quello di quercia, di larice o di olmo, ma quest'ultimo è divenuto troppo raro per farne un tal uso. Si osserverà che il larice impiegato verde indurisce nell'acqua per la proprietà della sua resina. Di qualunque specie sia il legno fa duopo necessariamente che le traverse e specialmente le seconde, abbiano almeno tre piedi di larghezza di più che la chiusa in cui si vorranno impiegare; quelli delle platee debbono sempre essere di un pezzo solo, perocchè le loro estremità essendo incastrate nelle spalle, ed esse avendo i loro punti d'appoggio contro la spinta dell'acqua che agirebbe dal basso all'alto, non bisogna che vi sia nessun punto debole in cui i graticolati potranno piegare. Riguardo a quelle del primo ordine sarebbe a desiderare che potessero essere abbastanza lunghe per regnare in tutta la larghezza della fondazione, il che non è possibile nelle grandi chiuse per cui si combinano in due o tre pezzi.

Per legarli bene si tagliano le loro estremità a squadra ciascuno a metà legno, e si collegano con caviglie di ferro, oppure si uniscono con chiavi a zigzag infisse nello spessore del legno di cui esse debbono occupare un terzo. Siccome gli abili carpentieri non ignorano questo modo di commettere che è preferibile ad ogni altro, io non mi vi trattengo di più. Bisogna pure non impiegare che travi longitudinali più lunghi che si potranno avere, e innestarli solidamente prolungandoli, avendo grande attenzione che s'incastrino bene cogli appoggi con estremità a coda di rondine, tagliata a metà legno. La grande quistione sta nell'avere un carpentiere intelligente che conosca la conseguenza di ciò che dovrà eseguire e su cui si possa calcolare.

293. Per commettere le traverse colle travi che sono sotto le spalle fa duopo che s'incastrino reciprocamente senza indebolirli con intaccature troppo profonde, la successiva ripetizione delle quali altererebbe di molto

la solidità del lavoro; perciò invece di fare queste intaccature da una parte e dall'altra per la metà dello spessore del legno, acciò la travi longitudinali o correnti facciano un piano colle traverse, come talvolta si è fatto male a proposito, non bisogna dare a questa intaccatura che il quarto della stessa grossezza. Cioè le traverse e le correnti avendo per esempio 12 pollici per 8 e mezzo di squadratura, non bisogna intaccare l'una e l'altra nei luoghi del loro incontro, che per la profondità di 3 pollici soltanto, perchè ne risulti una commessura di 6 pollici d'altezza; allora a ciascun pezzo rimarranno i tre quarti del suo spessore nei luoghi più deboli, il che è ragionevolissimo. Quindi supponendo che il quadrato A B C D, tav. 19, fig. 3, rappresenti il profilo di una traversa che vuolsi incrociare con una corrente I K L M, acciò l'uno e l'altro s'incastrino insieme per la metà B G del *loro* spessore comune B A, bisogna fare nella traversa un'intaccatura B E F C, la cui profondità BE sia il quarto di B A, e che la corrente di sotto abbia una pari intaccatura G E F H disposta a rovescio, il che è facile ad intendere.

294. La correnti A B che si trovano sotto le platee e sotto le spalle, essendo incastrate in doppie intaccature C D E F, G H I K con le traverse del primo e dell'ultimo graticolato, richiedono di essere risparmiati ancor più dei precedenti; perciò dallo spessore di queste correnti fa duopo sottrarre quello del primo tavolato e prendere il sesto della differenza per la profondità C D o G H di ciascuna delle intaccature opposte. Quindi prendendo anche ad esempio dei pezzi di pollici 12 per 8 e mezzo di squadratura, se ne sottraggono 3 pollici di spessore del tavolato, la differenza sarà 9 la cui sesta parte è un pollice e 6 linee per la profondità di ciascuna intaccatura che essendo raddoppiata dà 3 pollici per tutti e due insieme; per conseguenza ne rimangono ancora 9 di spessore alle correnti nelle loro parti più deboli H D E I.

Per avere la profondità conveniente alle pieghe delle traverse della platea, bisogna sottrarre lo spessore del tavolato da quello che rimane alle correnti dopo fatte le intaccature, e prendere la metà della differenza che sarà la profondità che si cerca; quindi lo spessore medio D H, trovandosi di 9 pollici, sottraendone 3, ne rimarranno 6 la cui metà è 3 pollici per le intaccature inferiore e superiore; allora la parte debole di queste traverse sarà ancora di 9 pollici; per conseguenza l'annestamento reciproco delle traverse e delle correnti preso sopra e sotto il tavolato, sarà di 4 pollici e mezzo e la superficie delle seconde traverse si troverà superiore di 9 pollici e mezzo a quella delle correnti. Ne segue che lo spessore totale di tutta questa armatura sarà di 27 pollici, secondo la nostra supposizione, poichè è composta dello spessore del tavolato e del doppio di quello delle traverse.

295. Riguardo all'armatura della platea fra le ali di sbocco si può prendere per regola generale di posar la base delle prime traverse S al livello delle seconde R o del primo tavolato H, poscia innalzare il resto in modo che la superficie $x\,g$ della platea istessa faccia un piano con quella della soglia $g\,y$, il che avverrà naturalmente se si osserva la seguente regola per le dimensioni della soglia.

Quando si avranno legnami forti abbastanza secondo la larghezza della chiusa acciò la soglia possa anche servir d'incassatura alle ralle, come in

questo caso, fa duopo che il suo spessore *g y* sia eguale a quello che comprende tutta l' armatura della platea dalla base delle prime traverse *s* fino alla superficie della fodera, il che si trova sempre determinato dalla grossezza delle stesse traverse e dello spessore dei tavolati, che supponiamo costantemente avere ciascheduno tre pollici in tutte le chiuse di qualunque larghezza sieno, e due per quelle della fodera. Per conseguenza le traverse avendo pollici 12 per 8 e mezzo di squadratura, non bisogna che raddoppiare 12 ed aggiugnervi 8, e si avrà 32 per lo spessore *g y*, ed in generale la larghezza *y z* della soglia sarà ben regolata dando ad essi i tre quarti del suo spessore *g y*, cioè 24 pollici. Che se le traverse comuni appartenessero ad una chiusa la cui larghezza esigesse che avessero pollici 14 per 10 di squadratura, allora si avrebbe del pari lo spessore della soglia raddoppiando 14, il che dà 28, a cui aggiugnendo ancora 8 si ha 36 pollici per lo spessore che si chiede, i cui tre quarti, cioè 27, sarà la larghezza, e così delle altre.

296. Se si avessero ragioni per fare come nella tavola 15 che l'incassatura *a b*, e la soglia *e f* fossero due pezzi separati, come può succedere nelle chiuse della maggiore larghezza, bisognerebbe dare alla traversa maestra S una base doppia di quella delle altre e lo stesso spessore acciò possa essere sostenuta da due ordini di pali spaziati come abbiamo spiegato nell'articolo 260; allora si farà la larghezza dell'incassatura *ab* tripla di quella delle traverse relative alla chiusa di cui parlerassi, e la sua grossezza del doppio soltanto.

In quanto alla soglia *e f*, io le darei per larghezza il doppio di quella delle traverse; lo spessore trovasi naturalmente determinato da quello del secondo ordine di traverse H I comprendendovi inoltre quello del secondo tavolato K L e della sua controfodera, d'onde segue che supponendo sempre pollici 12 per 8 e mezzo di squadratura alle traverse comuni, secondo quest'esempio la traversa maestra S ne avrà 17 per 12, il registro *a b* 25 e mezzo per 24, e la soglia *e f* 17 per 17; tutti questi pezzi posati e commessi com'è indicato nel profilo.

297. Riguardo ai battitoj sembra ragionevole dare ad essi la stessa larghezza della soglia, e per lo spessore quello del rilievo che avrà questo pezzo sopra le correnti L, perocchè debbono essere posati su quelli che si troveranno al di sotto, e non incastrati per tema d'incontrar soverchia difficoltà a commetterli con la soglia ed il monaco.

Per giudicar meglio dei battitoj bisogna considerarne il profilo che è in un lato della tavola 23; vi si vedrà la superficie M di questi pezzi, le incavature *x y* che corrispondono al margine delle celle dell'angolo, il cui rilievo è espresso dall'altezza *gh*, avente al di sotto la ralla N sul cui margine è praticata l'incavatura *g*, ove termina la controfodera I della platea, inchiodato da questa parte su la faccia o del travicello Q, onde coprire la commessura di questo pezzo colla ralla. Se s'incontra del vuoto fra l'angolo ed il primo tavolato, si riempie quant'è possibile con legnami tagliati a seconda della forma dei vuoti.

298. Siccome il monaco è un pezzo essenziale, conviene farlo conoscer bene, e perciò l'ho riportato in grande nella figura 4, tavola 14, osservando che questo monaco appartiene all'angolo dei portoni sviluppato su la tavola 15; si è espresso di fronte come pure la sua coda *h l i u*, che è

una continuazione dello stesso pezzo che serve a fortificare l'angolo contro la spinta dell' acqua cui debbono sostenere i portoni; perocchè la base *k i* è incastrata col secondo ordine di traverse con intaccature reciproche attaccate insieme da cavicchie di ferro, quindi lo spessore *e k* del monaco si regola in modo da ottenere il rialzo *c h* dei puntoni al di sopra della platea, e vi è bastante forza nella coda per essere incastrata nelle traverse, di modo che la base *k i* sfiori le correnti; allora il suo spessore *ek* si trova eguale al rialzo *l h* espresso nel grande profilo della tavola 23, che si avrà sempre sottraendo dallo spessore *g γ* della soglia, la metà della differenza *h i* dello spessore del tavolato *a*, quella dei panconi L, che supponendosi ancora di 12 pollici, la differenza sarà di 9 la cui metà è 4 e mezzo per *h i*, cui bisogna sottrarre da 32, valore di *g γ*, e rimangono 27 pollici e mezzo per lo spessore *lh* del monaco.

299. Riguardo alla lunghezza della coda bisogna regolarla in modo che possa incastrarsi con tre traverse e praticarvi due incavature *m l* all' intorno, per ricevere il secondo tavolato e la sua ricopertura.

La figura 5 esprime il profilo del monaco alla sua estremità *e k*, ove si vedono i doppi maschi *n* che servono a legare questo pezzo colle soglie; vi si rimarcheranno pure le incavature ben corrispondenti ai margini delle celle comprese in quest' angolo, e le piaghe *g* praticate verso lo sporto *c h* del monaco, per allogarvi i maschi dei battitoj.

Volendo anche dire una parola dei legami quando la grandezza della capriata lo esige, è cosa affatto semplice proporzionarne la grossezza a quella degli altri pezzi, facendo in guisa che il solajo possa essere applicato sopra acciò la fodera sia tutta ad un livello.

Aggiugnerò che per formare la capriata bisogna cominciare dal commettere sul cantiere i puntoni col monaco onde giudicare della situazione delle intaccature perchè le incastrature si facciano con precisione, poscia accomodare la soglia con questi pezzi ed i legami se ve ne sono, il che richiede molta attenzione acciò la soglia non sia meno unita con la traversa che la porta, come abbiamo già prescritto.

300. Per parlare anche dell' armatura della soglia di una paratoja o saracinesca che serve di porta d'acqua, si consideri la figura 1, tavola 22, la quale dimostra che conoscendo la grossezza che si darà alle traverse secondo la larghezza della chiusa bisogna aggiugnervi lo spessore del primo tavolato G per aver quello della traversa maestra B sostenuta da una fila di pali come A. Supponendo quindi le traverse comuni di 11 pollici per 8 di squadratura, la trave maestra B sarà di 14 per 10 e servirà di appoggio alla fila di palanche C che necessariamente bisogna piantare in questo luogo, osservando di attaccarle alla faccia corrispondente al sostegno delle acque, od opposta a quella della loro fuga, alla qual cosa fa duopo osservar bene.

Elevata la murazione del fondo T V fino alla linea O P della base del pezzo maestro B, bisogna incastrarlo unitamente alle palanche fra due traverse D che servono a ricevere le estremità delle correnti Q ed il primo tavolato G. Ciò fatto, si stabilirà la soglia R la cui larghezza in base deve essere eguale a quella della traversa maestra B più lo spessore delle palanche C, per conseguenza di 14 pollici, somma di 10 e di 4. Siccome bisogna pur incastrare questa soglia fra due traverse E, vedesi che il suo

spessore fe si troverà determinato dalla squadratura delle stesse traverse, aggiugnendovi lo spessore del secondo tavolato K e quello della sua controfodera I facendo insieme pollici :5 che sommati con 11 dimostra che fc deve essere di 16, da cui risulta che in quest' esempio la riquadratura della soglia deve essere di 14 per 16 pollici.

Dirò anche che per rendere più stretta l'unione della soglia con la traversa maestra, fa duopo, come abbiamo veduto all' articolo 275, legarle con una barra H, e per la buona esecuzione dell'opera cônviene fare una incavatura sull' orlo della superficie della soglia, ove metta capo la controfodera I del secondo tavolato K.

Noi abbiamo qui rappresentato una parte L M di uno dei ritti in cui sono praticati gl' incastri N che servono a dirigere la paratoja o saracinesca quando si muove; questi ritti sono legati colla soglia a maschio e femmina come è facile immaginare e perciò non mi vi trattengo punto; aggiugnerò soltanto che lungo questa soglia si attacca un travicello posto in modo che serva di appoggio alla paratoja contro la spinta dell'acqua (184).

301. Quando le chiuse hanno molta larghezza ed oltrepassano 15 piedi, le porte ne divengono tanto pesanti che qualunque precauzione si prenda per commetterne solidamente i legnami, oscillano, si sconnettono e perdono molt' acqua. Per rimediare a questo inconveniente, si alleggeriscono le ralle del peso delle porte, attaccando a ciascuna imposta una girella ed anche due quando sono di straordinaria grandezza per esempio di 25 piedi, come erano quelle del grande passaggio della chiusa di Mardick.

Siccome queste rotelle avrebbero ben presto danneggiato il tavolato della platea se vi agissero immediatamente sopra, si prende la precauzione di fare ad esse un appoggio di ghisa formato di lastre ad arco di cerchio che si attaccano con viti a testa incassata su pezzi di legno pure ad arco composti di quarti, la cui curvatura, che è la stessa di quella delle lastre, deve aver per raggio i due terzi della larghezza delle imposte; tali sono gli appoggi L M, tav. 17, corrispondenti ai puntoni I K di una delle piattaforme dei fondamenti della platea della chiusa che era un tempo all' ingresso del bacino di Dunkerque.

Questi sostegni debbono avere 8 pollici per 18 di squadratura e la loro base tagliata in modo da doversi incastrare per 3 pollici con le traverse che le portano, di modo che la superficie degli stessi pezzi ecceda quella delle traverse di 5 pollici per corrispondere allo spessore del secondo tavolato ed a quello della sua controfodera che si commette con gli stessi sostegni, facendovi da ciascuna parte le incavature necessarie per inchiodarvi le tavole che vi mettono capo. Se si daranno 3 pollici di larghezza a ciascheduno saranno larghi insieme 12, cosicchè ne resteranno 6 nel mezzo per collocarvi la piastra d' appoggio. Si ha cura di fare i sostegni abbastanza lunghi acciò una delle loro estremità possa essere legata a coda di rondine coi puntoni e l'altra inchiavata 15 o 16 pollici nel massiccio della murazione per renderli immobili.

Credo aver detto abbastanza a quelli dell' arte per regolarsi all' occasione; sarebbe un intraprendere un trattato di carpenteria l'entrare in maggiori dettagli e spiegare la struttura dei maschi e delle piaghe, il modo di connetterli per collegare i pezzi ed altre pratiche le quali non isfuggiranno ai buoni operaj. Mi basta aver assoggettato l' armatura delle platee a regole

generali il che non era ancor stato fatto; frattanto nulla era così necessario per non vagar sempre nell'incertezza quanto il conoscere le dimensioni che convien dare ad essi secondo il caso.

302. Il secondo tavolato si fa di assi di quercia grosse tre pollici come pel primo, di cui avendo appena fatto cenno nell' articolo 250, giova osservare che quello che dirò conviene anche ad essi.

Le tavole che s'impiegheranno debbono avere almeno 20 piedi di lunghezza, essere serrate bene le une presso alle altre, e ciascuna attaccata nel luogo delle traverse con due chiodi a barbone, lunghi 7 od 8 pollici e con sei linee di faccia, avvolti nel mezzo con un poco di stoppa per non lasciare verun passaggio all' acqua, e i fori saranno fatti con un succhiello di 5 linee di diametro, onde ficcarli a forza.

Le stesse tavole si fermano ancora su ciascuna traversa con due caviglie di legno di quercia o di frassino 12 pollici lunghe, e con 15 linee di faccia; si fanno quadrate piuttosto che ottagone, come già si faceva, perchè il quadrato forma spigoli che si fanno una più facile apertura nel legno in cui sono costrette a rinserrarsi estremamente, non dovendo i fori avere che 13 linee di diametro ed essere fatti di sbieco.

Si assottiglia un poco la parte di mezzo delle caviglie per involgerle di stoppa, allora tengono molto meglio che se fossero uniformi per tutta la loro lunghezza. Dopo averle ficcate si taglia in croce la testa di ciascuna per farvi entrare della stoppa che poscia s' impecia.

Per ritenere più fortemente le caviglie, si può anche fenderle alquanto all' estremità inferiore, per introdurvi lo spigolo di un picciol cuneo, il quale toccato il fondo fa gonfiare la caviglia a misura che s' infigge, ma perciò deve essere un po' più sottile al basso che all' alto.

Dopo aver calafatato e catramato il primo ed il secondo tavolato si stende su quest' ultimo un letto di 3 linee di spessore, si stende su questo uno strato grosso 3 linee del più fino musco di palude, su cui si posa la sua fodera di 2 pollici di spessore attaccata con chiodi barbati lunghi 6 pollici con 5 linee di faccia, i fori fatti con un succhiello di 4 linee di diametro che non si deve profondare che di un pollice nel tavolato inferiore, sempre al di sopra delle traverse in cui questi chiodi entreranno per qualche linea, e questo tavolato s' incavicchia come il precedente. Si ricorderà che la larghezza della fodera deve terminare lungo la parete della prima corsia delle spalle per le ragioni riferite nell' articolo 254, le sue estremità al pari di quelle dei solari di sotto sono incastrate e inchiodate nelle incavature destinate a riceverlo.

L' abete è eccellente pei tavolati, specialmente quando è verde; la proprietà della sua resina facendolo indurire nell' acqua. Per questa ragione i pali di legno di pomo possono essere impiegati vantaggiosamente mentre la loro gomma produce lo stesso effetto.

303. Per calafatare le tavole delle chiuse si fa uso di stoppe che provengono dalle vecchie funi catramate tagliate a pezzi di un piede circa di lunghezza che si fanno seccare nel forno, dopo di che si sfilacciano per farne dei rotoli. Ne entrano 20 libbre in una tesa quadrata calafatata da tre stoppe.

Quando si vuol calafatare una commessura, apresi la fenditura per farvi entrare la prima stoppa che si ripassa a tutta lunghezza col ferro da

ribattere, poscia vi s'introduce la seconda stoppa come si è fatto della prima e dopo ciò la terza secondo lo spessore del rivestimento del quale ogni stoppa occupa circa un pollice, e perciò se ne mettono tre nel primo e nel secondo rivestimento, e due soltanto nella ricopertura, perocchè non ha che 2 pollici di spessore.

Quando si è terminato di calafatare un tavolato bisogna impeciarne consecutivamente le commessure per non dar tempo all'umidità d'impregnare la stoppa, perciò questo lavoro deve farsi in tempo asciutto, ma se si è inquietati dall'umidità, bisogna far seccare il lavoro a fuoco di paglia e poscia coprirlo con una tela da vele, altrimenti la calafatura non riuscirebbe.

La mistura che si adopera è un composto di pece e d'olio di pesce che s'indurisce essendo messo in opera, si fa scaldare e se ne ricoprono le commessure del rivestimento con uno stromento che si chiama *tampone*, il quale non è altro che un fascio di lana attaccata ad un bastone di cui si fa uso come di un pennello. Occorrono dieci libbre di mistura per le commessure che d'ordinario si trovano in una tesa quadrata di tavolato.

Quanto al catrame, che è diverso dalla mistura, si applica su tutta la superficie della platea per guarentirla dalla putrefazione, ma prima si fanno scaldare le tavole bruciandovi sopra della paglia a misura che s'impiega il catrame: ne occorrono 5 libbre circa ogni tesa quadrata.

Sezione III.

Delle ferramenta che appartengono alle platee delle chiuse.

Le ferramenta che appartengono alle chiuse per legare i legnami che entrano nella loro composizione, è una parte che merita di essere trattata specialmente, ma per non confondere i pezzi di queste ferramenta e far meglio sentire la forma ed il peso che convien dare ad essi secondo il loro uso, le ho raccolte in due sezioni; la prima che è questa, comprende i pezzi che s'impiegano nelle platee, e la seconda tutti quelli che entrano nella costruzione dei portoni, perciò questa seconda sezione si trova unita al Capitolo XIII, che tratta dei portoni di ogni grandezza.

Le ferramenta di cui parleremo sono prese dalla famosa chiusa di Mardick, e siccome essa è stata costrutta con molta cura dai più abili ingegneri che allora vi fossero in questo genere, ho creduto di non poter far meglio che riferirmi alla loro esperienza, aggiugnendovi nondimeno le modificazioni alle quali conveniva aver riguardo, secondo la forza dei legnami che si sarà costretti d'impiegare relativamente alla larghezza delle chiuse che abbiamo prese a modello per agire in modo generale.

304. I perni che servono a legare le prime traverse con la testa dei pali sono caviglie di ferro la cui lunghezza si fa eguale allo spessore delle traverse o delle briglie, quindi allorchè esse hanno 12 pollici di squadra-

tura, i perni hanno questa lunghezza per un pollice in quadratura alla testa, e ciascuna pesa 3 libbre.

Le caviglie sbarbate che servono ad attaccare insieme le briglie e le palanche, sono lunghe 24 a 25 pollici per un pollice quadrato e pesano 5 libbre circa.

Giova osservare che tutte le caviglie ed i ramponi di cui qui parlasi s' introducono in fori fatti con un succhiello, il cui diametro è sempre una linea minore del calibro della caviglia che si vuol impiegare onde farla entrare a forza.

Le caviglie quadrate a testa saldata che attraversano due briglie e le palanche, e che si posano di sei in sei piedi di distanza hanno 32 a 33 pollici di lunghezza, secondo lo apessore delle briglie per 13 linee in quadratura, e pesano con le loro rosette e chiavette 11 in 12 libbre.

Le caviglie sbarbate a testa schiacciata che servono a legare le estremità delle prime traverse e quelle dei correnti hanno 10 pollici di lunghezza per un pollice quadrato e pesano 3 libbre.

Le caviglie sbarbate a testa schiacciata per attaccare i correnti con le prime traverse hanno la loro lunghezza proporzionata alla squadratura di questi legnami che supposti di pollici 12 per 8 e mezzo, queste caviglie ne devono avere 20 in lunghezza ed uno in squadratura ed allora pesano 6 libbre. Il foro si fa di 16 pollici di profondità quando le caviglie sono a punta, onde possano penetrare per 4 pollici nel vivo del legno, ma siccome è soggetto a fendersi si è trovato che era meglio fare il foro ad una profondità eguale alla caviglia, onde bisognerà regolare la lunghezza su lo apessore dei legni in guisa che dopo avere attraversato il primo pezzo possano essere piantati nel secondo per 4 in 5 pollici.

305. I chiodi per attaccare le tavole su le traverse debbono avere 6 pollici di longhezza e 5 linee di grossezza, e pesano 6 once circa.

Riguardo ai perni per la commessura dei pezzi del battitojo dei portoni, è cosa naturale il proporzionarli alla grossezza dei pezzi stessi. Riguardo al passaggio di 44 piedi della chiusa di Mardick il cui battitojo è espresso su la tavola 15, i perni avevano 18, 20 e fino a 24 pollici di lunghezza secondo la loro posizione ed un pollice di diametro; i primi pesavano ciascuno 4 libbre ed un quarto; i secondi 4 e mezzo; ed i terzi 5 libbre e 10 once. Lo scalpello per forare le piaghe ed i maschi non avevano che 11 linee di diametro, secondo l' osservazione precedente.

306. Si può anche dire che per le caviglie sbarbate a testa schiacciata che servono ad attaccare il battitojo dei portoni ai pezzi di legname che lo sostengono, bisogna proporzionarne la lunghezza e la grossezza alla forza del battitojo, di modo che possano entrare nei pezzi per una profondità eguale allo spesaore di quelli che si vogliono attaccare, vuo' dire, per esempio, che se si trattasse di una soglia grossa 20 pollici, bisognerebbe che le caviglie ne avessero almanco 40, osservando che se si avessero 3 pezzi posati gli uni sopra gli altri (come nella tavola 15 in cui la soglia è posata sopra un registro, e quest' ultimo sopra una traversa maestra), sarebbe utile che le stesse caviglie attraversassero questi tre pezzi dando loro una grossezza conveniente alla loro lunghezza come si è fatto nella chiusa di Mardick pel caso di cui parlo, ove si fece uso di caviglie

lunghe 48 pollici per 18 linee di faccia, e del peso di 22 a 23 libbre per ciascheduna.

Quelle che furono impiegate nel piccolo passaggio di 26 piedi di larghezza non avendo che 23 pollici per 16 in 17 linee di faccia pesavano ciascuna 13 libbre circa: quelle che furono adoperate nella grande chiusa di Gravelines avevano 18 linee in quadratura e pesavano 14 libbre.

Eccone detto abbastanza acciò partendo da tali esempj si possano determinare con facilità le ferramenta delle platee di legname secondo la larghezza delle chiuse, ma non terminerei più se volessi spingere vieppiù questi dettagli.

CAPO NONO

DEL MODO DI STABILIRE LE CHIUSE SOPRA UN BUON FONDO E DI COSTRUIRE LE PLATEE CON PIETRE DA TAGLIO.

Siccome la malta è l'anima della murazione, e quella che s'impiega nelle chiuse deve esser fatta con maggior cura di quelle che si impiegano nelle opere fuori d'acqua, fa duopo prima di tutto di parlare del modo di comporla bene; è vero che ho trattato questo soggetto nel *Capo V, Libro III della Scienza degl' Ingegneri;* ma siccome ciò che ne dirò ha un più immediato rapporto con l'opera attuale, e d'altronde si troveranno cose che mi erano sfuggite, coloro pei quali io scrivo non potranno che guadagnare da tale ripetizione.

307. Per molto tempo si è avuta la persuasione che la malta impastata con l'acqua del mare non fosse così buona come adoperando l'acqua dolce, ma nei lavori marittimi, eseguiti ultimamente su la costa di Normandia, e specialmente a Cherburgo, fu distrutto tale pregiudizio; è vero che la calce è di sorprendente bontà, essendo fatta di pietre dure simili al marmo. Si estingue come all'ordinario in bacini, d'onde si fa posoia scolare per toglierne le materie grossolane, e si mescola con due terzi di sabbia di mare ben granita e purificata. Dopo aver battuta e mescolata la malta si lascia riposare per qualche giorno, si rimescola di nuovo bagnandola con latta di calce a misura che si mette in opera. Questa malta fatta con acqua di mare impiega bensì più tempo a far corpo di quella impastata con acqua dolce, ma in seguito diviene molto più dura. Ciò procede apparentemente dai sali di questa calce i quali hanno la proprietà di congiugnersi a quelli dell'acqua del mare per legar meglio la murazione che diviene di una bontà senza pari; il che non succede punto quando la calce è fatta di pietre tenere. In questo caso come in tutti gli altri appartenenti alla Fisica, bisogna appagarsi del fatto istesso dimostrato dall' esperienza, senza poter sperare di risalire alla prima cagione.

308. Per la composizione del cemento comune si prendono tre parti eguali di tegola della più dura, scaglie di pietra di taglio e ferrugine proveniente dalle fucine, le quali cose si polverizzano separatamente: si stacciano poscia e si lava la polvere di ferruggine per levarvi il carbone che vi può essere. Dopo che è ben nettata e disseccata si formano con queste tre materie mescolate le sponde di una specie di bacino nel quale si estingue circa la metà dell'equivalente di calce viva che si lascia riposare

per qualche ora, dopo di che si mescola il tutto insieme e si posa su piatteforme di pietre o di ascialloni stabiliti solidamente per batterlo una volta al giorno con spatole ferrate per 7 od 8 giorni di seguito, finchè il cemento formi una pasta dolce al tatto.

Quando non si adopera subito bisogna rimescolarlo di tempo in tempo per impedire che indurisca osservando di non gettar acqua allorchè si tratta di rimescolarlo; ma in caso di necessità si può impiegare un poco di latte di calce viva che si estinguerà a misura del bisogno.

Nei luoghi ove si può avere della pozzolana, del terrazzo d' Olanda, della cenere di Tournay, si può anche farne un uso buonissimo per la costruzione delle opere nell' acqua, però si farà bene a leggere ciò che ho detto nel *Libro III della Scienza degl' Ingegneri*, e ne sarà facile applicazione al soggetto che ora tratto.

Per empiere le commessure delle pareti di pietra da taglio delle chiuse si fa uso di un mastice composto di tre parti eguali di polvere di vasi figulini ricotti al forno; di rottami provenienti dalle fabbriche di vetro, e di limatura di ferro, tutto ridotto in polvere. A tali materie si aggiugne una metà circa di calce spenta facendo allora il terzo del tutto. Si mescola poscia questo composto con le stesse precauzioni del precedente e quando non si sentiranno più parti granose si prenderanno dei grossi lumaconi senza guscio, si leverà loro la pelle e si mescoleranno con questo mastice.

309. Quando si ha la fortuna d' incontrare un buon fondo che non sia suscettibile di abbassamento e su cui si può con tutta sicurezza poggiare immediatamente la murazione, come quello da noi compreso sotto la seconda specie; questo è un grande vantaggio che libera da molti fastidj che inquietano, ma non bisogna prevalersene troppo, nè essere meno attenti a guarentire la platea dalle acque sorgive e da quelle sostenute, avendo sempre la precauzione di piantare delle file di palanche alle sue estremità e sotto i battitoj che sono i luoghi più esposti. Non si deve inoltre trascurare di porne all' origine dei rami, per poco che si giudichino necessarie, benchè in fondo non sieno tanto indispensabili come le precedenti dalle quali bisogna cominciare la fondazione, di qualunque natura sia il terreno.

310. Quando il fondo è di una qualità da non poter essere penetrato dalle palanche, nel luogo della loro posizione bisogna praticare una fossa profonda 5 o 6 piedi, più stretta che si potrà, onde collocarvi delle palanche che si attaccheranno alla loro briglia, che io suppongo, sostenuta alla conveniente altezza con dadi di murazione, ai quali bisogna lasciar delle dentellature per legarla col massiccio della murazione.

Per fare un' opera eccellente, bisogna dopo aver piantate le palanche delle due file estreme, sovrapporre loro una murazione di mattoni grossa 6 piedi fatta in malta di cemento, stabilita 3 piedi più bassa del restante della fondazione, onde radicarla per così dire nel fondo del terreno e poscia innalzarla fino alla platea collegandola col restante del massiccio di cui ora parleremo. Ben inteso che questo muro deve corrispondere alla faccia interna delle palanche avendo detto che si doveva applicare un rinforzo di argilla contro l' esterno che essendo fondata alla stessa profondità del muro precedente, le palanche si troveranno incastrate così bene che non sarà possibile che l' acqua da qualunque parte provenga possa mai

aprirsi un passaggio sotto la fondazione. Bisogna dsl pari addossare un egoal muro contro ciascun filare di palanche corrispondente alle soglie di modo che si trovino sotto i battitoj dei portoni onde stabilirli più solidamente: del resto se questi muri fossero condizionati come intendo, si potrebbe fare a meno di palsnche poichè da soli adempirebbero lo scopo.

Un vantaggio degli stessi muri in tal modo radicati è quello di mantenere immobile tutto il massiccio contro la spinta orizzontale dell' acqua per quanto si supponga forte, perocchè giova stare in guardia che una fondazione stabilita sopra on banco di marna eccellente per resistere al carico che agisce d' alto in basso, potrebbe dar luogo alla chiusa di strisciare per l'azione di un grosso corpo d' acqua, il che non sarebbe senza esempio specialmente, se vi trovasse isolata, e non fosse appoggiata al rivestimento di una sponda atta a puntellarla.

311. Supponendo il fondo bene appianato e riconosciuto di una solidità a tutta prova, s'innalzerà il massiccio dai fondamenti dando ad esso uno spessore proporzionato alla larghezza della chiusa secondo ciò che s'insegna nell' articolo 291, avendo anche riguardo alla natura dei materiali. Si comincierà da una prima corsia di grosse pietre posate a bagno di malta comune e poste a commessura per tutta l' estensione del lavoro, la seconda corsia e le seguenti si faranno di pietre greggie di ottima qualità posate pure con malta comune. L' ultima corsia grossa 15 pollici circa, si deve fare di mattoni d' ottima qualità ben collegati con malta di cemento per formare una catena facente le veci del primo tavolato osservando che il primo rango di mattoni dev' esser messo in coltello. Questa catena che non è che per la platea non deve estendersi che due piedi circa sotto le spalle come si è fatto nei tavolati (302) ed il restante della larghezza della fondazione si riempie di pietrame. La ragione che c'impegna a fare di mattoni quest' ultima corsia come pure i muri precedenti, si è che col loro legname si forma un corpo che resiste meglio di ogni altra specie di muratura all' azione dell' acqua proveniente dalle sorgenti o dal sostegno contro cui non si sta mai troppo in guardia, perciò non mi stanco mai di parlarne.

312. Ben regolata questa piattaforma a livello vi si applica uno strato di malta di cemento, e quando non si hanno materiali bastantemente buoni per fare una platea pavimentata di grandi pietre dure, si posano su questo strato tre correnti, uno nel luogo che deve corrispondere verticalmente alla superficie della parete di ciascuna spalla, e il terzo nel mezzo della platea. L' oggetto di questi correnti di cui se si vuole moltiplicherassi il numero secondo la lunghezza della chiusa, è di ricevere un graticolato di traverse distanti tre piedi da un mezzo all' altro, le loro estremità sono inchiavate per due piedi sotto le spalle, e queste traverse sono reciprocamente attaccate ed incastrate reciprocamente con correnti.

Si riempiono di morazione in mattoni i vuoti lasciati da tali graticolati osservando di posare in coltello l' ultimo ordine e dopo che tutto è bene appianato con uno strato di malta di calce o di terrazzo d'Olanda, si stabilisce il tavolato della platea che al pari della sua fodera si fanno colle stesse attenzioni che abbiamo insegnato negli articoli 302 e 303.

313. Benchè il graticolato precedente non sia fatto che per attaccare il tavolato della platea, credo che sarebbe bene renderlo ancor più solido

fortificandolo con tre altre corsie di correnti posati sopra le traverse onde con questa doppia incastratura si conservino immobili; allora bisognerà regolare la profondità delle intaccature e la grossezza di questi ultimi correnti in modo che la loro superficie superiore non abbia che tre pollici di rilievo sopra le traverse, acciò il tavolato possa giugnere al piano di tale rilievo e che tutte le commessure si trovino ricoperte della controfodera che deve formare la superficie della platea. Ma prima di ciò si osserverà che il monaco dell' angolo dei portoni deve far parte del secondo corrente di mezzo affinchè possa essere afferrato dalle intaccature colle traverse per assicurarsi della solidità dell' angolo, su di che non mi estenderò punto, non altrimenti che su quanto appartiene alla buona fattura del l' opera, perocchè il precedente Capitolo ha dovuto insegnare bastantemente a coloro che l' avranno letto con qualche attenzione, e non la finirei mai se volessi ripetere gli stessi dettagli ogni qual volta se ne presenta l' occasione. D' altronde una campagna impiegata nelle costruzioni di questa specie farà sentire l' importanza di molte cose che forse non colpirono bastantemente nella semplice lettura, senza calcolare che le riflessioni suggerite dalla pratica somministrano un' abbondanza di vedute a coloro che prendono un certo interesse in ciò che si eseguisce, a meno che non siano genti che non s' interessano di nulla e che occupano dei posti pei quali non sono nati.

314. Essendomi impegnato a dare esempj di tutte le opere eseguite col migliore successo, credo bene di qui esporre ciò che si è seguito nel 1736 per la costruzione della grande chiusa di Cherburgo. Siccome la fondazione e la sua platea sono state fatte interamente di murazione, un simile dettaglio non può essere meglio collocato poichè è il più conveniente partito quando s' incontra un buon fondo, e si hanno d' altronde materiali di qualità propria a poterne usare. Questi dettagli saranno tanto più istruttivi in quanto che li ho da Caux, ingegnere in capo di Cherburgo, che mi comunicò tutte le cognizioni che a lui acquistarono la sua esperienza e capacità.

Questa chiusa che ha 40 piedi di larghezza e 27 tese di lunghezza è poggiata sopra un fondo di sabbia dura, sotto il quale alla profondità di 2 o 3 piedi evvi una specie di banco di marna e 7 ad 8 piedi più basso un banco di roccia di uno spessore indeterminato.

315. Per fondarla senza essere incomodati dal mare, si cominciò dallo inviluppare tutto il luogo con una tura grossa 5 tese rivestita di pietre in coltello sostenute ogni 2 piedi da ordini di palafite il tutto sopra un letto di arbusti specialmente verso il mare onde impedire di slavare la sabbia (222). Dalla parte del porto si praticò una picciola chiusa di precauzione per sgorgare durante le basse maree l' acqua che debbono esaurire le macchine, poscia alla profondità di 16 piedi uno sterro bastantemente largo per girare liberamente intorno alla fondazione.

Non fu già senza ostacoli che si giunse a tale profondità; la quantità innumerevole delle sorgive che sovvenivano a misura che si scavava, fece impiegare fino a 12 mulini inclinati che bastavano appena per mantenere l' esaurimento che giugneva fino a 180 tese d' acqua ogni ora, quando l' alta marea involgeva la tura. Perciò si fu costretti a far uso anche di 5 mulini verticali a cappelletto alti 16 piedi con 6 in 7 pollici di diametro per ajutare i precedenti e supplire ai guasti che in quelli succedevano. Si fu tanto contenti di questi ultimi, che poco dopo gl' inclinati si ridussero a quattro.

316. Si cominciò dapprima lo sterro per porzioni di 3 tese di larghezza cominciando all' estremità del porto coi soli bindoli inclinati, e giunti ad una certa profondità si piantarono dei pali per istabilire i bindoli verticali. Siccome la colonna d'acqua che si doveva elevare era di 14 in 15 piedi, vi si adattarono manovelle proporzionate allo sforzo che si doveva fare, che 12 uomini maneggiavano facilmente, ed ogni due ore erano ricambiati da altri 12 acciò non vi fosse interruzione veruna, in guisa che ciascun bindolo esauriva 16 tese cubiche d' acqua ogni ora.

Quando si fu scavata questa parte per tutta la larghezza della chiusa, si seguì la stessa manovra per cominciare un altro sterro simile al precedente, ritirando i bindoli secondo la parte che si voleva cominciare, il che fu eseguito con tanta prontezza che in 6 mesi si terminò tutta la fondazione.

317. Non si parla qui delle trombe di cui si è fatto uso per ajutare agli esaurimenti; se ne fecero di buonissime a bilanciere senz' attrito per le quali ad ogni oscillazione 4 uomini innalzavano un mezzo piede cubico d' acqua all' altezza di 15 a 16 piedi, ma siccome esse trovavansi frequentemente imbarazzate dalle sabbie, si fu costretti a ritirarle per attenersi ai bindoli ordinarj; è certo nondimeno che si trarrebbe molto vantaggio da questa specie di trombe quando le sabbie abbondassero meno.

Aggiugnerò che quando nello scavare il terreno per stabilire una fondazione si aprono sorgenti molto abbondanti, il meglio è di deviarle conducendole fuori del lavoro se si può per mezzo di un truogolo rovesciato che si chiude nella murazione, il quale lascia un acquidotto di grandezza proporzionata alla massa dell' acqua, ovvero quando queste sorgenti sembrano venire da un fiume vicino o dal mare, bisogna incassarle in grandi imbuti rovesciati il cui margine deve toccare il terreno fermo. A ciascuno si adatta un tubo di 4 in 5 pollici di diametro e di altezza sufficiente per eccedere un poco il livello della sorgente, allora l' acqua del tubo rimane in equilibrio e non si manifesta più al di fuori se il tutto è stato turato a dovere, poscia s' innalza la murazione fino alla sommità e si riempie il tutto con malta mista a grossa ghiaja.

318. Dopo aver piantate le file di palanche alle estremità della platea, si stabilì la prima corsia cominciando dall' ingresso del porto. Essa fu fatta di pietrame grosso per tutta l' estensione della superficie e si misero sotto la platea delle pietre da taglio di 17 a 18 pollici di altezza di corsia e con una rientranza sufficiente. S' innalzò poscia un massiccio comune di 4 piedi di spessore su cui se ne aggiunse un altro di un piede munito di cemento del quale si fece uno strato di 3 a 4 pollici.

319. La parte di questo massiccio nel punto della soglia dei portoni, è stata fatta di più corsie legate insieme da ramponi piombati nelle commessure verticali. Alla corsia componente l' angolo si sono dati due piedi d' altezza affinchè avendo 16 pollici di rialzo, ne restassero 8 per fare un addentellato da immorsare col pavimento della platea. Si ebbe cura sopra ogni altra cosa di scegliere le pietre più dure di 36 a 40 pollici cubici per incastrarvi le ralle, e queste pietre furono posate in modo da poter essere ben inchiavate sotto le spalle e sotto la soglia.

Si è pavimentata tutta la platea con pietre di 4 a 6 piedi di lunghezza per 2 piedi e mezzo a 3 di larghezza e di 18 a 20 pollici di spessore tutte

collocate ad arco, come nella pianta, tav. 26. Le più grosse impiegate a preferenza alla soglia dei portoni e il tutto posato a bagno di cemento e le commessure imboccate con mastice (308). Si ebbe la precauzione specialmente di ben collegare la prima corsia delle spalle col pavimento con pietre tagliate a gradini in squadra che facevano parte del pavimento e della parete. Si sono suggellati in piombo in questo pavimento dei dadi ne' luoghi convenienti per ricevere le viti che debbono ritenere i quadranti di ghisa pel registro delle girelle dei portoni.

Il pavimento essendo terminato se ne riparano tutte le commessure con mastice che si ripassa fino a che sia indurito. Poi si ricopre tutta l'estensione della platea con un letto di argilla grosso due piedi onde consolidare la murazione ed impedire che i sali della calce svaporino.

320. Non ho veduto platee della specie di cui parliamo che non si danneggiassero dopo qualche anno malgrado la grandezza delle pietre, benchè formassero ad intervalli delle catene legate da arpioni piombati; perocchè queste pietre posate in piano non erano radicate bene con il massiccio. Credo che non vi sieno mezzi più sicuri per ritenerli bene che quello di comporre ciascuna catena di una serie alternativa di pietre poste secondo la larghezza e secondo la lunghezza e messe verticalmente, inchiavate in modo da non potersi mai disunire, quand' anche la corrente dell' acqua avesse staccata tutta la malta delle commessure. È vero che la spesa di una platea fatta così sarà maggiore di un quarto o di un terzo delle altre col metodo precedente, ma non si avranno neppur a temere gli effetti della violenza di una caduta d' acqua, come se ne giudicherà considerando la figura 4.

Supponendo che la linea *xy* rappresenti la superficie di una platea di pietre da taglio il cui profilo preso su la larghezza della chiusa indica il legame reciproco delle pietre di una delle catene, ove si osserverà che le estremità di ogni pietra come *abcd*, ed *olrs* hanno un incavo *egf*, *hik*, *mnl*, in cui sono incastrate le spalle *ebfg*, *ihck*, *mtln*, corrispondente alla testa delle pietre come *phlq*, tagliate in guisa che le loro code *pdoq* sieno più larghe all'estremità *pq* che al livello *as* della base delle pietre, acciò sieno meglio inchiavate nel massiccio il che è facile ad intendere; al pari della figura 5 che rappresenta un secondo modo di formare le stesse platee, onde non mi trattengo a spiegare ciò che ho detto.

Stabilita la platea si sono elevate le spalle e le ale con tutta la solidità immaginabile, ma siccome ciò che si pratica per questa parte delle chiuse deve essere comune qualunque sia la specie delle fondazioni; così tratterò tale soggetto in modo generale nel Capitolo XI.

321. La pianta della chiusa di Cherburgo dimostra che non si volle fare che un pajo di porte dalla parte della darsena che si chiamano porte di terra, e non se ne sono messe verso il mare essendo state credute inutili da chi ne diede il progetto, ma siami permesso disapprovare una economia così mal concepita e ch' io mi guarderei bene di seguire, poichè con questo si è privati male a proposito del vantaggio di avere asciutta la darsena quante volte si avesse voluto per calafattare e rattoppare i vascelli anche in tempo di alta marea. Inconveniente che non può essere scusato da tale motivo, poichè non si riduce che alla soppressione delle porte verso il mare che non avrebbero costretto a dare alla chiusa maggior capacità di quella che

ha. Perchè adunque lasciar imperfetta un'opera cotanto essenziale per due porte di più? Quindi appena fu terminata, le lagnanze per tale difetto si fecero udire e se ne rileverà tutta l'importanza considerando la posizione di questa chiusa su la pianta di Cherburgo, tav. 52, ch'io non faccio se non citare di volo, la sua destinazione principale essendo quella di somministrarci in seguito delle istruzioni su la direzione delle acque per bonificare i porti di mare, e delle dissertazioni sui vantaggi ed i difetti che possono provenire dalla loro esposizione rapporto alle circostanze relative al sito in cui si trovano.

Vedesi che questa chiusa è nella linea diretta del canale situato al nord-sud, d'onde avviene che le maree che si portano dal nord-ovest o sud-est espongono le navi ad essere gettate contro le dighe per la difficoltà di governarle per farle passare nella darsena, il che punto non succederebbe se si fossero fatte le porte al mare, chiuse le quali avrebbero rotta la violenza al corso delle maree e procacciata la libertà di manovrare più facilmente nel porto anteriore. Per mancanza di riflessione non si è avuto riguardo a tali considerazioni, nè a molte altre; si fecero le sole porte interne nelle quali si praticarono portelli lunghi 4 piedi ed alti 7, chiusi ciascuno da una paratoja che s'innalza con funi col sussidio di varie carrucole e di un argano come vedesi rappresentato in una delle imposte nel profilo CD, tav. 26, fig. 3, di cui è facile immaginare il meccanismo che mi sembra molto incomodo e di picciolissimo effetto per lo spurgo del canale a cagione della poc'acqua che questi portelli possono fornire; e invece se si fosse fatta una porta girante in ciascuna imposta, l'azione dell'acqua ritenuta nel porto posteriore sarebbe stata assai più considerevole, come se ne giudicherà quando spiegheremo più particolarmente di quel che abbiamo fatto, il meccanismo di questa specie di porte.

I difetti da noi notati si trovano ad un dipresso nella chiusa del bacino dell'Havre di Grace che pure ha soltanto le porte verso terra, con simili portelli. La sola differenza consiste in ciò che il sistema dei legnami non è così ben inteso come in quella di Cherburgo, le file delle brache non corrispondendo punto al ritto cardinale come deve essere per la solidità delle imposte il che spiegheremo nel Capitolo XIII. Aggiugnerò nondimeno a giustificazione di chi ha fatto costruire anticamente la chiusa dell'Havre che esso ebbe cura di praticare nelle spalle tutto ciò che occorreva per collocare delle porte verso il mare, quando si giudicasse necessario, essendo pronte a riceverle le cerniere dei collari coi loro tiranti. Saggia precauzione che non si ebbe punto a Cherburgo, benchè la chiusa per la direzione del canale fosse assai più esposta alle ondate del mare che non quella dell'Havre. Non si meravigli quindi nessuno se raccomando con tale insistenza di non metter mano ad opere di questa specie senza aver esaminato bene dapprima tutte le proprietà che debbono convenire ad esse onde avervi riguardo.

CAPO DECIMO

DELLA COSTRUZIONE DELLE PLATEE ACCESSORIE.

322. Quando una chiusa è destinata ad espurgare un porto od approfondare un canale, si fa sgorgare l'acqua del sostegno con tant' impeto che formerebbe tosto delle profonde incavature uscendo dalla chiusa che certamente riceverebbe gravi danni, se per guarentirla non si costruisse al di sopra o al di sotto un tessuto di fascinoni pieno di pietre per sostenere l'urto dell' acqua. Siccome quest' opera si fa sul prolungamento delle platee anteriore e posteriore, si chiama platea accessoria, della quale sono così buoni gli effetti che non si tralascia di farle in veruna chiusa qualunque ne sia la destinazione; si osserva soltanto di rendere questo lavoro più o meno complicato, secondo le necessità di prevenire il disordine che potrebbe cagionare la violenza della corrente, come se ne giudicherà dagli esempj che sono per addurre.

323. A misura che progredisce la fondazione di una chiusa si lavora alle platee accessorie di fascinoni per una larghezza eguale al dilatamento delle ale, e per una lunghezza proporzionata all' altezza del sostegno, poichè da ciò dipende la violenza del suo corso. Per istabilire una regola che corrisponda all' effetto di cui si vuol guarentire *bisogna far la lunghezza delle platee accessorie quintupla dell' altezza della caduta;* quindi supponendo che la velocità dell' acqua debba essere prodotta da una caduta di 18 piedi, si daranno 15 tese alla lunghezza delle platee accessorie, e così del resto.

324. Si scaverà il fondo del terreno su questa estensione tanto basso quanto si crederà conveniente, e per ben incassare le platee accessorie, si termineranno con un filare di palanche trattenute da doppia briglia, le cui estremità debbono essere inchiavate per qualche piede nel massiccio delle sponde di murazione o di legname che formeranno le ali della chiusa. Siccome fa duopo che le platee accessorie sieno inclinate per facilitare lo scolo delle acque, bisogna che la faccia superiore di questa briglia sia più bassa dell' origine della costruzione un quarantottesimo della lunghezza della sua base, ed anche più, se si può, secondo l' articolo 254.

325. Appianato il fondo vi si stabilisce sopra uno strato di argilla della miglior qualità, dello spessore di 17 a 18 pollici, ben battuto col pilone in tutta la sua estensione, legata col rinforzo che si è dovuto applicare contro le file di palanche che terminano la chiusa.

Su questo strato se ne posa un altro di fascine piane lunghe 7 ad 8 piedi, più grosse da un capo che dall'altro, composto di ogni sorta di virgulti verdi di 5 a 6 anni di taglio, e ciascuna di tali fascina fortificate da due grossi pali di circa un pollice e mezzo di diametro e 5 a 6 piedi di lunghezza, lungo ciascuna faccia opposta, ed il tutto legato da quattro ritortole poste ad eguale distanza. La prima che corrisponde alla grossa estremità deve avere circa 24 pollici di circonferenza, e la quarta distante 6 piedi dalla precedente, presso a poco 15 pollici.

Queste fascine si stendono nella direzione dell'acqua e si moltiplicano gli strati in guisa che formino insieme un letto di 18 a 20 pollici di spessore, secondo la profondità di cui si può disporre, osservando che la parte più grossa delle une, copra per la lunghezza di un terzo o di un quarto la parte più debole delle altre.

Per fissarle e trattenerle insieme si fa una intrecciatura di vimini che le attraversa con picchetti retti e verghe o fronde di quercia di salice o di olmo, di 10 in 12 piedi di lunghezza ed un pollice di diametro alla testa.

I picchetti sono di due specie per la comodità del lavoro; i grandi debbono avere 6 piedi di lunghezza per pollici 2 e mezzo circa di diametro alla testa, i piccioli si fanno di 4 piedi per 2 pollici di diametro, si possono fare di ogni specie di legno, eccetto l'olmo ed il salice soggetto a spaccarsi sotto i colpi del martello.

Tutte le intrecciature si fanno paralelle alla distanza di tre piedi una dall'altra. Dopo aver piantato degli ordini di picchetti a due piedi e mezzo d'intervallo fra l'uno e l'altro, si allacciano con verghe che s'incrociano intorno battendole colla mazza per serrarle le une contro le altre, onde abbassare quant'è possibile il letto de' fascinoni. Nell'altezza di ciascuna intrecciatura entrano 11 o 12 vimini formanti una specie di picciola tramezza alta un piede circa. Per fare questo lavoro come si deve è essenziale che le fascine, i picchetti e le verghe sieno state tagliati nell'anno e in buona stagione, e posti in magazzini coperti dai quali non si debbono estrarre se non a misura che s'impiegheranno acciò non diseccbino.

326. Gl'intervalli che le intrecciature lasciano fra loro si riempiono poscia, con pietre piane delle più dure posate in coltello le une contro le altre, serrate a forza fra i picchetti e battute a grandi colpi di mazza nei vuoti che possono lasciare le loro commessure acciò la violenza della corrente non possa spostarle. Vedrassi il principio ed il progresso dell'opera di cui parliamo, su le tavole 19, 20, 21, espressi tanto naturalmente quant'è possibile.

Ecco a che si riduce la costruzione delle platee accessorie comuni, nelle quali la grossezza degli strati d'argilla, di fascinoni e del pavimento si regolano su la profondità a cui si potrà stabilire il tutto, in guisa che il margine della superficie dell'ultimo tavolato della chiusa si trovi 2 o 3 pollici sopra quello della platea accessoria.

327. Per poco che si rifletta alla costruzione precedente, si converrà che è stata immaginata molto felicemente e che nella sua semplicità è assai preferibile ad un massiccio che non componesse che un corpo solo, perocchè qui si tratta di resistere a tre specie di attacchi per parte dell'acqua; primieramente a quello delle correnti che si possono formare sul fondo e che fortificandosi sempre più potrebbero distruggere tutta la co-

etruzione. Secondo contro l' impeto di un mare che ha flusso e riflusso, ogni volta che dopo essersi ritirato lasci asciutta la parte della chiusa che la riguarda, e di là viene a risalire spingendo con violenza le onde contro la chiusa, l'azione orizzontale delle quali non mancherebbe di smovere i corpi contro cui urtano. Terzo, per parte dell'acqua del sostegno quando si viene ad abbandonare, la quale trascinerebbe con sè tutto ciò che si opponesse al suo passaggio, se agendo come fa dall'alto al basso secondo una direzione obliqua, si lasciasse ed essa la facoltà di scavare il fondo che urta. Questi adunque sono i tre inconvenienti da evitare quando le platee accessorie sieno costrutte accuratamente.

L'argilla da cui abbiamo cominciato, fra tutte le materie è quella che meglio si lega col fondo del terreno di qualunque natura esso sia, mentre come la cera si presta senza disunirsi alla figura dei corpi ch' essa riceve nel suo seno a misura che è battuta e s' incorpora in guisa da non lasciare verun intervallo all'acqua, la quale non fa che strisciare senza poter penetrarla.

Riguardo ai fascinoni che poscia si applicano su questo primo letto, per sentirne tutto il vantaggio basta considerare che da qualunque parte venga l'acqua non può fare un'impressione nociva; al contrario i rami la dividono e le impediscono di nulla danneggiare o trascinar seco, per conseguenza non si ha nessun guasto da temere perciò, specialmente quando le intrecciature si sono fatte bene e le fascine sono compresse sotto il peso delle pietre di cui sono aggravate, le quali debbono essere posate in coltello e la loro lunghezza situata nella direzione dell' acqua per non opporle che minor superficie possibile. Allora esse non potranno essere trascinate se sono radicate fortemente nell'incassatura dei solchi formati dall'intervallo delle intrecciature che servono non solo a dare maggior forza all'unione delle pietre nello stretto intervallo in cui sono rinchiuse, ma anche a limitare lo spostamento che potrebbe succedere in uno dei solchi, senza che si possa stendere su gli altri seguenti, perocchè le intrecciature adempiono qui lo stesso oggetto come fanno le catene di pietre di taglio nelle pareti di murazione. Perciò vorrei per maggior solidità incrociare tutte le intrecciature trasversali con altre fatte longitudinalmente da 6 in 6 piedi, acciò se le prime si danneggiassero da una parte il male non si possa estendere più su la larghezza che su la lunghezze; d'altronde le pietre rinchiuse in tal modo saranno meno soggette a staccarsi. Al che si perviene più sicuramente applicando su l'estensione dell' ultimo letto di fascinoni ben legati un graticcio di legno di quercia o di larice, portato da piccioli pali nel luogo delle incrociature, trattenuto da altri piantati diagonalmente negli angoli di ciascuna cella che poscia si riempie di pietre, come vedesi indicato su la tavola 21, che comprende da sola la gradazione di questo lavoro, ciò che dettaglierò ancor più particolarmente riferendo quanto ho veduto succedere alle platee accessorie della chiusa di Mardick.

328. Terminato tutto il fascinamento come ho testè insegnato, (325), e prima d'impiegare la pietra si piantarono secondo la linea di ogni intrecciatura dei piccioli pali di quercia lunghi 7 ad 8 piedi per 7 ad 8 pollici di grossezza, posati a 5 piedi di distanza da un mezzo all'altro e piantati con un martino di 400 a 500 libbre in guisa che essendo totalmente battute le teste del primo ordine si trovavano 8 pollici più basse del margine delle

superficie della sua platea, da cui questo primo ordine era distante 5 piedi, per conseguenza presso al rinforzo di argilla applicato contro la fila di palanche che era in questo luogo. Gli altri ordini seguenti erano del pari distanti 5 piedi gli uni dagli altri, e le sommità di tutti questi pali furono tagliate secondo il pendio che doveva avere la platea accessoria.

Si fece un maschio alla testa di ciascuno per coronarli di una corsia di traverse, impiegate per unirle ai maschi con cavicchie di ferro. Così posate le traverse vi si fecero delle intaccature di 3 pollici di profondità ogni 5 piedi per essere incrociate da traverse aventi simili intaccature, onde incastrarsi reciprocamente per uno spessore di 6 pollici, e che furono fermati a ciascuna incrociatura con una cavicchia di 9 a 10 pollici.

Formato questo graticcio in ciascuna cella si piantarono due pali simili ai precedenti posti diagonalmente nel fondo di due angoli opposti. Le loro teste che si agguagliavano al graticcio furono attaccate ciascuna con due chiodi di 10 ad 11 pollici alla traversa ed ai panconi che li contenevano, il che dava a tale graticcio tutta la possibile solidità.

Le celle si riempivano poscia fino al fondo con un pavimento di pietre dure posate in coltello ed in piedi con in mezzo innumerevoli picchetti piantati nei più piccioli vuoti onde formare un massiccio ben agguagliato e che nulla poteva smovere. Questa platea accessoria che aveva 15 tese di lunghezza per 34 di larghezza alla sua estremità, fu anche prolungata 5 tese oltre la fila di palanche che la terminavano, con un fascinamento armato di intrecciature e coperto di pietre, il tutto posato sopra uno strato di argilla come abbiamo insegnato nella prima costruzione; onde guarentire la stessa platea accessoria dalle infossature che avrebbe potuto formare l'estremo impeto della corrente delle acque che dovevano essere lasciate dalla chiusa, per profondare il canale che metteva in mare.

329. Siccome nelle cose di pratica non si può apprendere se non esaminando quanto di meglio è stato eseguito aggiugnerò anche quello che fu ordinato dal maresciallo Vauban per la costruzione delle platee accessorie della chiusa che questo grand' uomo fece costruire a Gravelines nel 1699, e che è passata finora per uno dei più bei pezzi in questo genere, e i cui sviluppi si troveranno in quest' opera.

Mentre si attendeva a fondare il massiccio di questa chiusa, si lavorò alle platee accessorie per l'ingresso e per l'uscita delle acque, si diede a ciascuna di esse 10 tese di lunghezza terminate da palanche, come si è fatto a quelle della chiusa di Mardick.

Si cominciò da uno strato di argilla grosso 18 pollici, coperto da un altro di fascine legato nel modo testè indicato; poscia si piantarono pali di larice di 8 in 9 pollici quadrati ed 8 piedi di lunghezza situati in file paralelle ai filari delle palanche a 6 piedi d'intervallo in ogni direzione da un mezzo all' altro formanti uno scacchiere. Le teste furono tagliate 6 pollici più basse del margine superiore della platea per farvi de' maschi simili ai precedenti destinati a ricevere le traverse da 8 a 9 pollici di quadratura, ma prima si pavimentò con grosse pietre dure posate in piedi ed in coltello, tutto il di sopra delle fascine per l'altezza delle intrecciature che era circa 12 pollici, su questo pavimento si stese un letto di argilla grosso 10 pollici, ben battuto col mazzapicchio fino all' altezza della spalla dei maschi dei pali. Dopo di che si posarono tutte le traverse che furono attaccate

con chiodi come al solito; osservando che la prima serviva di appoggio alla fila di palanche del margine della platea. L' intervallo vuoto che regnava fra le traverse fu riempito di argilla innalzata fino alla loro superficie, poscia il tutto fu ricoperto da un tavolato di quercia grosso pollici 2 e mezzo ben inchiodato, calafattato e catramato, e raddoppiato a commessure sbalzate con un secondo tavolato di due pollici lavorato come quello della vera platea, il quale si trovava allineato con questo che si prolungò ancora per 4 o 5 tese con semplici fascinoni, intrecciati e lastricati come si è detto poc' anzi.

CAPO UNDECIMO

DELLA COSTRUZIONE DELLE SPALLE DI MURAZIONE.

330. Dope aver riferito tutto ciò che poteva appartenere alla fondazione della chiusa e dettagliate le loro vere ed accessorie platee, ne resta a parlare della costruzione delle spalle che non richiedono minor attenzione del resto, principalmente pel modo d'impiegare la pietra di taglio nelle pareti: perciò tenteremo di non ommettere nulla di tutto ciò che merita di essere lavorato con cura straordinaria, non essendovi parte in una chiusa che non sia necessario preservare dai guasti che l'urto impetuoso dell'acqua può cagionare. Questi guasti sono tanto più essenziali da prevedere in quanto che soltanto con prodigioso dispendio e colle più grandi difficoltà si giugne a ristabilirle, sarebbe quindi a desiderare che i massicci della murazione fossero fatti di una sola pietra. Ora, siccome questo è impossibile, a forza d'attenzione si può giugnere a legare i materiali in modo indissolubile, e non si deve mai perdere di vista nel corso della costruzione che se in seguito venisse a rompersi una sola pietra della parete, l'azione dell'acqua non tarderebbe a staccarla, e successivamente farebbe lo stesso di tutte le altre per quanto sieno forti e pesanti: d'onde seguirebbe la ruina della chiusa anche prima che si avesse tempo di rimediarvi; il che può in diversi casi cagionare la perdita totale di un paese piano se corrispondesse al mare e questa sciagura succedesse negli equinozj ove sarebbe più che mai disastroso che trovasse un passaggio per oltrepassare i limiti che gli prescrivono le dune, o spiaggie. Siccome non vi vorrebbe che una mezz'ora per vedere tutta una provincia sommersa, appena è incominciato il male tutte le umane forze insieme congiunte non potrebbero impedirne le conseguenze.

Questi oggetti di terrore sono quelli che si debbono considerare e far sentire a coloro che hanno ingerenza nella costruzione di una chiusa d'importanza quando si giugne alle parti difficili affinchè ciascuno sorvegli a dare all'opera tutta la perfezione di cui è suscettibile. Ma parmi aver detto abbastanza per far conoscere tutta l'importanza di ciò che mi accingo ad insegnare.

331. Supponendo ben condizionata la platea e presso alla sua pavimentazione (che non bisogna applicarla quand' è di legname se non terminata la murazione per non guastarla) e che d'altronde con la fondazione siasi raggiunto il livello della superficie della platea, bisogna verificare di nuovo il tracciamento della chiusa in tutte le sue parti per regolare le riseghe e vedere se prima di posare la prima corsia delle pareti le pietre sono state

tagliate in modo da corrispondere esattamente alla figura della pianta, il che non si può giudicare se non sono messe a sito. Ma siccome non è più tempo di rettificare bisognerebbe per maggior precisione aver fatto espressamente un tavolato su cui l'ingegnere avesse tracciato un modello di grandezza naturale della base di una spalla per l'estensione soltanto che debbono comprendere le porte quando sono aperte per non lasciare agli operai nessun equivoco sul collocamento dei ritti cardinali, su la posizione della loro ralla, e dei gargami destinati a ricevere le porte: questi debbono essere tanto profonde che le porte non escano fuori dal muro per restringere il passaggio della chiusa, specialmente se queste porte sono giranti, perchè hanno maggiore aporto delle altre. Al che bisogna ben guardare esaminando se le pietre posate sul modello adempiono perfettamente lo scopo loro.

Per non aver avute le cure precedenti nel costruire l'antica chiusa di Mardick, è avvenuto, come ho già detto, che essendo aperte le porte riducevano il grande passaggio da 44 piedi a 41 piedi, 8 pollici, ed il picciolo di 26 a 24 piedi soltanto. Eppure si sono applicati uomini abili, ma vi sono delle cose che sfuggono anche ai genj più vasti, ed è perciò che non si studiano mai abbastanza le parti dell'opera prima di fissarle stabilmente.

332. Siccome non ho veduto chiusa senza qualche rilevante difetto, così non deve recar sorpresa se raccomando tanto spesso di fare ogni cosa con molta circospezione esigendolo l'interesse di quelli per cui parlo: è meglio che s'istruiscano su gli errori degli altri che a spese di quelli ch'essi potrebbero commettere. Malgrado tutte le mie osservazioni non vorrei guarentire di esserne esente da molti che non isfuggirebbero ad un severo esame; ma fortunatamente per la gloria degli uomini dell'arte sono di rado esposti ad una censura illuminata, il che fa sì che quando le opere vanno male si ricorre a straniere cagioni per scusarne la ruina, perchè le vere non sono colpite da quelli che giudicano superficialmente.

Mentre mi si presenta l'occasione porrò qui ciò che ho accordato di far osservare parlando della necessità di fondare solidamente le spalle. Bisogna guardar bene che il fondo che le deve sostenere non si abbassi mai, perocchè non solo ne risulterebbe un grande spostamento nelle parti della chiusa, ma potrebbe anche succedere che sopra un terreno molle che si trovasse estremamente compresso da destra a sinistra, si costipasse sotto la platea, il che la farebbe gonfiare altrettanto ed anche più di quello che possono fare le acque del sostegno di cui abbiamo cotanto fatto sentire il pericolo. Infatti, può essere che siasi attribuito quest'accidente alla seconda cagione mentre proveniva forse dalla prima; perocchè siccome questo gonfiamento non succede che per una gradazione insensibile, le spalle possono essere abbassate di 3 o 4 pollici in varj anni senza che se ne sia accorti, e ne occorrono più pochi a produrre questo danno.

333. Tutto il rivestimento delle spalle deve essere fatto in pietra da taglio della più dura che si potrà trovare nel paese, guardandosi bene d'impiegarne di tenere. Specialmente nelle chiuse esposte al mare su le coste ghiaiose come quelle dell'Alta Normandia, ove i flutti colpiscono le pareti con tanta violenza che si ruinano insensibilmente e penetrano poscia i corpi di murazione per abbatterli se non si accorre tosto al riparo. Questo è l'accidente siniatro in cui si cadde costruendo le dighe dell'Havre de Grace

e di Dieppe; si è impiegata per le pareti la pietra di Ranville presso Caën, che non ha durezza conveniente ad opere simili, mentre si poteva far uso di quella di Fecan o di Hogue incomparabilmente migliore. È vero che costa molto di più, ma se si avesse pensato al pericolo di far uso della prima, attese le frequenti riparazioni a cui costringe, si sarebbe trovato più economico il far uso della seconda. Ho veduto succedere lo stesso in una chiusa del canale di Piccardia. L'ingegnere Vic si ostinò ad impiegare ne' rivestimenti la pietra di una cava vicina invece di quella di Saint-Gobin, che è la migliore del paese, e di cui si era fatt' uso per tutte le altre, ma nel seguente inverno si pentì ben tosto della sua testardaggine: tutto il rivestimento di questa chiusa ruinò, perchè la pietra, benchè in apparenza buona, soffriva il gelo. Ciò dimostra l'importanza di non impiegarne se non di quella bastantemente sperimentata, osservando che la pietra che riesce bene nell' aria può divenir pessima impiegata nell' acqua.

334. Si usa posare la prima corsia delle spalle sul tavolato della platea onde inchiavarlo nella murazione; quest' uso mi ripugna e si può temere che questo tavolato venendo a marcire col tempo, faccia sì che le pareti poggino sul falso e provi per conseguenza dei guasti di rilievo; perocchè non si può negare che non sia un grande inconveniente quello di serrare del legname nella murazione quando non si abbia la facilità di cangiare i pezzi a misura che divengono difettosi. So che tal parte di tavolato non essendo esposta all' aria si conserverà più a lungo del restante della platea; ma quando tosto o tardi bisognerà rinnovarlo, come si farà per separarlo da quanto sarà inchiavato, o come si riparerà questa parte stessa? Ciò sembra molto difficile e mostra ad evidenza la necessità di fare quest' ultimo tavolato del miglior legno di quercia che sarà possibile trovare.

Siccome uomini abilissimi hanno prolungato il tavolato di cui si parla, due piedi circa sotto le spalle, oserò proporre di limitarlo alla giusta superficie della platea terminandolo contro il rivestimento come si fa per la sua fodera. In fondo non vedo nessun inconveniente ed ancor meno la necessità di questo prolungamento se non è per istabilire la prima corsia sopra una piattaforma e non in parte su le traverse e la murazione loro intermedia pel timore che la diversa solidità di questi due corpi produca un diverso abbassamento quando saranno aggravati dal peso delle spalle di cui la superficie può risentirsi. Questa ragione sembra tanto più speciosa in quanto che per la costruzione della chiusa di Gravelines, Vauban ha posto sotto la prima corsia del rivestimento un corso di tavoloni grossi 9 pollici per 16 di larghezza, il quale era diviso in due parti eguali dall' appiombo della superficie del muro. Questa pratica benchè buona per la stabilità momentanea dell' opera non toglie l'inconveniente di cui si parla, ma al contrario può accrescerlo in seguito, poichè il male può divenire più sensibile in ragione che si aumenta la quantità del legname sotto l'allineamento, mentre bisognerebbe mettere tutto l'ingegno a non servirsene che all'ultimo estremo; perciò le platee di pietra di taglio fatte solidamente sono preferibili per ogni riguardo a quelle di legname, e nessuno lo contrasta, d'onde nasce l'aggiustatezza di tale osservazione.

Io credo che il miglior partito sarebbe quello di posare su le traverse una piattaforma di grandi pietre dure della uniforme grossezza di 9 a 10 pollici, le più lunghe che si potranno trovare, aventi almeno 4 piedi di

larghezza, che è quella che vorrei dare a questa piattaforma acciò corrispondesse alla lunghezza delle pietre in chiave. Bisogna impiegare queste pietre secondo i loro strati di cava, poscia levare la prima corsia del rivestimento posato in ritiro di 6 pollici su questa piattaforma nella quale suppongo lo spigolo esterno bene allineato e lavorato a scalpello, acciò meglio si congiunga col tavolato. Converrebbe anche fare due infossature, ciascuna larga 2 pollici, la prima per ricevere il tavolato, e la seconda la sua fodera dopo avere introdotto un buon mastice nelle commessure onde impedire all'acqua di aprirsi un passaggio.

335. Dopo le convenienti osservazioni su la scelta della pietra se ne fanno tagliare due saggi o campioni, uno per le chiavi che non debbono aver meno di 3 piedi di rientranza, l'altro per le fascie alle quali si dà d'ordinario 20 ai 24 pollici di letto; le une e le altre hanno 12, 15 a 18 pollici di altezza, e vanno posate alternativamente una in fascia ed una in chiave. Si osserverà che queste ultime non abbiano più di 5 piedi d'intervallo quando si sarà costretti ad impiegare fasce di seguito; inoltre bisogna avere gran cura di scegliere le pietre più grosse e dure per gli appoggi dei portoni, per gli spigoli, specialmente lungo le spalle e le battute delle porte.

Le corsie più grosse debbono essere posate per le prime, e le altre minori gradatamente; tutte le pietre tagliate in modo che possano essere posate sui loro strati di cava perchè altrimenti si potrebbe temere che si fendessero sotto il peso che debbono sostenere; facendo in guisa che le commessure delle pareti non abbiano che 2 linee di larghezza, che giungono a 4 o 5 verso la coda a motivo dell' assottigliamento.

336. Quando si vogliono fare dei pertugi o piccioli acquedotti nello spessore delle spalle, per far passar l'acqua da una parte all' altra della chiusa senza aprire le porte o gli sportelli, bisogna avere grande attenzione di farne la murazione più solida che sia possibile per prevenire i guasti che la rapidità dell'acqua che vi deve passare cagionerebbe in seguito se si fosse un po' più trascurata; perciò fa duopo che la platea di tali acquidotti sia fatta anche con maggior cura di quella della chiusa in guisa che entrambe si trovino nello stesso piano; non dovendo esservi soglia all' ingresso od all' uscita delle acque, non più che nel mezzo degli stessi acquidotti nel mezzo delle paratoje, acciò l' acqua possa scorrere dovunque senza ostacolo.

Qui principalmente non bisogna impiegare che pietre di taglio per il rivestimento interno, la più dura che si potrà trovare, legata insieme da ramponi piombati nell' ingresso e nell' uscita dell' acquidotto; avendo cura di rotondare gli angoli del dado che li separa dalla camera della chiusa onde togliere gli spigoli sui quali l'acqua si potrebbe incagliar troppo.

Circa agli stipiti cogli incavi per le paratoje bisogna farli unicamente in pietra da taglio, osservando di levigarne le faccie interne più bene che si potrà per addolcirne l' attrito e non impiegarne di legno per la difficoltà di rinnovarli; perciò non bisogna dare agli incavi che una larghezza proporzionata allo spessore della paratoja.

337. Tagliate e squadrate le pietre in appiombo come si usa seguire ne' rivestimenti delle spalle che non hanno mai pendio; ai letti ed alle commessure verticali si daranno 12 a 15 pollici di pieno a squadra non

assottigliando gli stessi letti che di 2 o 3 linee soltanto per facilitare la posatura delle pietre. Ciò dapprima si fa a secco senza cemento per vedere se quella che si vuol posare incontra nulla che l'impedisca di ben disporsi tanto sul letto che verticalmente affinchè trovandosi dei difetti si possano correggere. Levata la pietra si riveste di cemento la commessura di quella contro cui si deve applicare, e dopo averne steso uno strato sul suo letto, si mettono verso lo spigolo due piccioli rulli di legno per riceverla e per impedire che la malta si schiacci innanzi tempo; perciò deve essere sostenuta da un cuneo verso la coda. Si ritirano primieramente con molle i rulli osservando che lo spigolo della fronte si appoggi alla corsia che è al di sotto onde avanzare o ritirare il cuneo che è di dietro, finchè la pietra corrisponda all'appiombo: dopo di che si serra bene fra le commessure battendola pel di sopra con un mazzuolo per assestarla solidamente. La coda si rinzeppa in pari tempo con scaglie di pietra di taglio per ritirare il cuneo che la sosteneva. Con questo mezzo non si trova nessun vuoto, e non si teme di vedere in seguito, quando il mare è ritirato, migliaja di zampilli d'acqua uscenti dalle commessure: nè potendoviai introdurre l'acqua non vi porta belletta che impedisca la presa al cemento, di cui si munisce il rivestimento fino alla coda delle pietre, ed anche al di là come or diremo.

338. Bisogna osservare di non ripassare le commessure verticali per compirle se non dopo che si sono posate 3 o 4 pietre di seguito per tema di muoverle dal loro posto costringendo il cemento ad entrare nelle stesse commessure; il che si deve intendere delle interne, perocchè quelle che corrispondono alla parete non si riempiono se non quando l'opera ha bisogno di essere riparata. Ciò si fa col mastice la cui preparazione si è insegnata all'articolo 308, e prima di applicarla si nettano le commessure con uncini sottilissimi per non guastare gli spigoli.

239. A misura che s'innalza ciascuna corsia del rivestimento bisogna munirne bene la parte posteriore con murazione di mattoni pure in malta di cemento per la grossezza di 3 piedi circa e il restante come anche il massiccio dei contrafforti si può fare in pietrame: questa murazione deve essere ben legata con quella di mattoni de' quali potrassi ancora per maggior solidità formare delle fasce per tutta l'estensione dell'opera; ma ne occorrono necessariamente dietro il rivestimento per impedire che in seguito l'acqua del sostegno penetri nella grossezza del muro quando le commessure si guasteranno.

Per avere un' idea del modo di legare il mattone con la pietra e di formare le fasce di cui si parla, basterà dare un' occhiata alla figura 7, tavola 27, che contiene il profilo di una sponda di murazione, quale occorre alla ali delle chiuse di cui si parlerà nel Capitolo seguente. Aggiugnerò che ne' paesi ove il mattone è comune fa duopo preferirlo alla pietra per formare il colpo delle spalle e dei contrafforti, e l'opera sarà sempre migliore poichè non s'impiega il pietrame che per un principio d'economia che si seguirà pure nel caso che io suppongo, murando con malta idraulica solamente per lo spessore di circa 3 piedi, bastando fare il restante in malta comune, però di buona qualità.

340. Ho veduto delle chiuse di un canale nelle quali per non aver presa tale precauzione e fatto tutto il massiccio con pietrame murato trascurata-

mente, uscivano dalle commessure infiniti zampilli che non erano del tutto cessati un'ora dopo aver abbandonata l'acqua contenuta nella conca che facilitava la discesa e l'ascensione dei battelli. Si consideri poi quale disordine prodnrrà il gelo in tale murazione quando trovasi inzuppata d'acqua. Siccome le chiuse di cui parlo erano appena terminate quando le vidi con quelli che le diressero, non potei tacere sopra un difetto così essenziale; credettero giustificarsi facendomi vedere che avevano seguito alla lettera il progetto loro spedito, ove di fatti non si parlava del preservativo di mattone di cui aveva fatto conoscere la necessità, per la proprietà di legare meglio che non fa il pietrame.

341. Quando si tratta di un'opera esposta ad un mare impetuoso, i cui effetti fanno temere di ogni cosa, bisogna fortificare le fasce B, tav. 6, fig. 3 e 4, con le chiavi C appoggiate contro le fasce stesse dopo averne dirozzati ed appianati i letti; queste chiavi debbono avere la stessa altezza della corsia del rivestimento. Per legarle insieme si fa uso di ramponi di ferro F lunghi un piede, non compresa la mazzetta che è di 4 pollici per 9 a 12 linea di spessore; questa mazzetta allargasi inferiormente per incastrarla nella pietra facendo dapprima un foro più largo alla base che all'orifizio acciò il piombo che vi si cola sia ritenuto meglio.

Si fa uso di simili ramponi per ritenere le corsie della parete, e se non bastano se ne mettono altri formanti un T nelle commessure verticali impiombati come i precedenti. Questi ramponi hanno una mazzetta ad una estremità per collocarsi inferiormente nella pietra, ed nn uncino all'altra che s'introdnce in quella di sopra, il che si comprende facilmente per mezzo della figura 2, e diviene con ciò capace di resistere alle maggiori tempeste.

Basta armare in tal modo le corsie che si trovano all'altezza delle acque vive e non quelle che corrispondono alle morte, perchè le onde di quest'ultime non essendo tanto violente, si può risparmiare la spesa per la parte inferiore della murazione. Con tale precauzione si prevengono i danni che può cagionare l'impeto del mare quando è giunto a scompigliare le corsie, che allora non potranno essere staccate.

Nondimeno se malgrado tutte queste misure si temesse ancora che il mare in furore rovesciasse nn lavoro così solido bisognerebbe disporre il sistema delle pietre in modo che le une fossero legate e ritenute dalle altre con code di rondine, come dimostra la figura 5. È vero che il taglio della pietre sarà un poco più costoso e più difficile la posatura; ma in compenso la solidità dell'opera indennizzerà abbastanza dell'una e dell'altra cosa.

342. Un ingegnere di fama, che è stato adoperato assai nelle piazze marittime, avendo conosciuto la necessità di lavorare con accuratezza le pietre de'rivestimenti esposti al mare, ha proposto un metodo nel *Mercurio* del mese di Marzo 1745, pagina 27, che riporto letteralmente, onde gli nomini dell'arte ne facciano l'uso che più crederanno, essendo certamente buonissimo per molti riguardi.

« 1.° Si è osservato, e la prova si ha nello stato attuale di tutte le » opere marittime, come pure nelle spalle di varie chiuse, che i letti delle » pietre di rivestimento come C, fig. 7, si guastano per tutta la profondità » delle commessure orizzontali, cioè per 2, o 3 piedi, in guisa che il » mare in 12 o 15 anni vi si apre un passaggio di 2 pollici almeno.

» 2.° Che a questo modo le pietre del rivestimento sono in aria una » sull' altra e sostenute rispettivamente da sassuoli che il mare vi caccia » con violenza.

» 3.° Che dopo una tempesta si trovano spesso delle pietre parietali ro» vesciate quando il mare ha staccato i sassuoli che le tenevano a secco, » di modo che per qualunque cura si prenda per rimetterle in opera, que» sta riparazione è sempre cattiva per la difficoltà di munire la parte po» steriore e le infossature.

» 4.° Che per posare le pietre frontali con maggior facilità secondo la » loro stampa gli operai le smagriscono troppo alla coda come vedesi in » C D, C O, e le sollevano con biette le quali allorchè si sono perduti i » cementi lasciano un vuoto considerevole per dove il mare passa con vio» lenza dietro le pietre, le fa sedere e poi le arrovescia.

» 5.° Che finalmente alcune commessure orizzontali divengono così » grandi ad aperte che qualche volta bisogna riempirle di mattoni, ed » anche ciò si fa troppo tardi e quando le pietre sono quasi tutte sconvolte » e staccate dalla murazione verso la coda. Non bisogna meravigliarsi se » l' erario spende somme immense per intere riedificazioni, nelle quali la » nuova murazione non si collega mai con la vecchia che è strappata per » di dietro e pei fianchi.

Mezzi proposti per rimediare a tali inconvenienti.

» 343. 1.° Di fare un' impostatura nella pietra della risega come vedesi » in K I, fig. [illegible] di un pollice o di un pollice e mezzo di profondità, in » guisa che la risega sia di 6 od 8 pollici di sporto come al solito.

» 2.° Di fare tutte le pietre di fronte con una infossatura H G di un » pollice o di un pollice e mezzo sul letto superiore in guisa che il risalto » F E sia grosso 4 in 5 pollici almeno, e nel letto inferiore di ciascuna » pietra sarà fatto un incavo E F G della stessa misura per ricevere il tal» lone o risalto G E.

» 3.° Di avere una granda attenzione, ciò che si è molto trascurato » finora quasi dappertutto nel costringere i taglia pietre a fare i due letti » delle pietre esattamente paralelli, senza nissun dimagramento sul di die» tro onde combacino più che sia possibile.

» 4.° Di posar queste pietre con cemento fino e di non imbarazzarsi » scrupolosamente per l' esattezza della scarpa, onde non rialzarli sopra il » loro cemento, nè inzepparli per di dietro, tranne dare un colpo di mar» tello ai risalti si faranno nel davanti quando si vorrà riprendere la vera » scarpa, il che sarà tosto fatto.

» Per questa costruzione i cementi dei letti K I, K G, fig. 8, non isfug» giranno mai pel contrasto dei talloni I P, G E, e s' intratterranno facilmente » i 4 o 5 pollici del letto F E della giuntura.

» Quand' anche queste giunture fossero trascurate, la pietra supe» riore non si abbasserà mai sulla sua inferiore e non è possibile che scorra » innanzi a motivo dei talloni I P, G E.

» Questa costruzione che farà impiegare un ottavo o un dodicesimo » di pietra di più farà prescindere dall' impiego dei ramponi di ferro, la » cui ruggine fa fendere le pietre, e l' uso di essi non impedisce che si » vuotino le commessure del letto.

» 344. E finalmente se si vuol fare un buon lavoro si raschieranno tosto » tutte le commessure della parete alla profondità di un pollice se si può, » per mettervi del cemento grasso fatto con parti eguali di cemento fino » e calce viva ridotta in polvere col tuffarla un istante nell' acqua; que- » ste materie saranno innaffiate d' olio di lino bollito e battute fino alla » consistenza del cemento comune per un' ora almeno, e la spesa sarà » leggiera.

» Si griderà che questa pretesa invenzione non è molto sorprendente » e questo è vero; ma perchè non si mette in pratica? poichè è chiaro » che un' opera costrutta secondo questo metodo dà tempo al cemento » d' indurire e non deve mai strapiombare se è ben fondato, come tanti » altri che cadono in ruina, e che tutte le pietre di rivestimento non fanno » per così dire che un corpo solo pel loro legame dall' alto al basso.

345. Il rivestimento delle spalle giunto che sia fino all' altezza dei collari di ghisa che debbono sostenere le porte, si prendono tutte le misure convenienti per inchiavare nella murazione più solidamente che sia possibile i tiranti e le chiavi di ferro che li ritengono: per giudicarne a dovere basta dare un' occhiata alla tavola 30 in cui le figure 7 ed 8 rappresentano il profilo e la pianta di uno di questi collari composto di due pezzi commessi a cerniera per smontare le porte quando debbono essere rinuovate. Il più grosso di questi pezzi e che rimane immobile ha tre braccia a piè d' oca, le due estreme delle quali messe a sito, si trovano situate orizzontalmente mentre quella di mezzo è inclinata 10 gradi sotto le precedenti, affinchè queste braccia essendo legate coi loro tiranti, quello del mezzo abbia la stessa inclinazione per poter essere caricato del più gran peso di murazione.

I tiranti che hanno 3 pollici in quadratura sono composti ciascheduno di tre pezzi, la cui lunghezza dipende tutto compreso, dalla grossezza del massiccio che si può far abbracciare da essi: questi pezzi debbono essere fra loro legati in modo da potersi separare ed unire facilmente. Questi tiranti hanno varj fori, gli uni per infilarvi le chiavi poste verticalmente nella murazione, gli altri per mettervene di orizzontali, obbligate a grosse pietre poste espressamente nel massiccio delle spalle come vedesi rappresentato sopra una di quelle della chiusa di Cherburgo, tavola 26, ove si osserverà che i tiranti I M, I N, I K, i cui due primi si suppongono orizzontali, ed il terzo inclinato di 10.° discendendo da I in K, come abbiamo già detto.

Per assicurare le loro chiavi si fanno in pietra di taglio due archi circolari E F, G H, il primo de' quali può avere internamente 6 a 7 piedi di raggio, ed il secondo 14 a 15 servendo a contenere più solidamente le pietre contro le quali si appoggiano le chiavi orizzontali L, dopo avervi fatte delle incavature per incastrarvi i tiranti le cui chiavi verticali sieno piantate negli occhietti segnati C.

346. S'inchiavano d' altronde nel massiccio delle spalle alla profondità di 4 o 5 piedi i maschi di ferro del fuso degli argani che servono a manovrare i portoni delle chiuse; si fa lo stesso pel maschio che assicura il perno di ciascuna metà del ponte girante. Questo maschio è trattenuto da una croce di ferro, come dimostrano le figure 5 e 11 della tavola 30, alla quale ora non mi arresto, appartenendo ai dettagli delle opere di ghisa trattate nel Capo XIII.

Finalmente s' inchiavano anche i tiranti e le chiavi appartenenti agli anelli che servono ad afferrare le porte quando si vuol tenerle aperte; e quelle allacciature che ritengono i pali di guardia, quando se ne mettono lungo le braccia e sulle faccie dei tagliaghiacci dei piloni, allorchè la chiusa ha più passaggi, onde guarentire il rivestimento dall'urto dei vascelli che senz' essi vi recherebbero del danno.

347. Per non trascurar nulla di ciò che merita qualche attenzione dirò che l'angolo retto è quello che conviene di più a paraghiacci anteriori e posteriori, quindi supponendo che la figura P, tavola 22, rappresenti l'estremità A B C D E di un pilone, fa duopo acciò l'angolo B C D sia retto far la perpendicolare F C del triangolo B C D eguale alla metà della grossezza B D del pilone.

Si potrebbero anche rendere i tagliaghiacci più solidi se invece di farne le faccie rette si facessero curvilinee, come nella figura Q, che rappresenta quanto si è praticato nel ponte costrutto pel re nel 1729 sul fiume Oisa a Compiegne. Allora, tracciato il triangolo rettangolo B C D, bisogna descrivere su ciascun lato B C, C D, un triangolo equilatero C H D che darà il centro H degli archi B L C e C L D. Bisogna munire di ramponi tutte le pietre esposte, cioè quelle che possono essere smosse dal moto delle porte, quelle degli angoli formati delle ali e quelli dei tagliaghiacci anteriori. Siccome queste ultime sono le più esposte, per fare un' opera a tutta prova bisogna inchiavare nella murazione ogni due corsie una grappa a 3 branche di ferro B D, B C, B E, di lunghezza proporzionata alla base delle pietre che si vogliono incatenare. Queste branche che hanno due unghie alle loro estremità sono riunite ad un tirante lungo 5 in 6 piedi per 26 linee in quadratura, aventi un anello A per passarvi una chiave. Così si è fatto per la pila della grande chiusa di Mardick; le altre pietre di rivestimento che corrispondevano alle due faccie dei paraghiacci furono inoltre legate da semplici ramponi, come questi due di cui abbiamo precedentemente parlato.

348. Le spalle essendo state innalzate ad un' altezza di 6 piedi circa sotto la loro cresta, bisogna disporre ogni cosa per fare da una parte e dall' altra le piatteforme Y, tavola 26, su le quali debbono agire le metà dei ponti giranti, acciò essendo stabilito, la superficie verso le coscie rada il pavimento da cui sarà ricoperta la sommità delle spalle. Si vede quindi la necessità di formare un' incassatura da ciascuna parte per collocarvi una metà del ponte, come vedrassi meglio ancora quando parleremo di quello della chiusa di Cherburgo.

La costruzione di tutto ciò che appartiene a questa parte delle spalle richiede molta attenzione perchè vi sia un perfetto accordo della murazione coi legnami, specialmente quando si vorrà costruire un ponte simile a quello che annunzio, il cui meccanismo è sì felicemente immaginato, che credo non siasi mai fatto nulla in questo genere di meglio inteso per la solidità e facilità della manovra. Siccome non si può far sentire tutto ciò che conviene osservare se non spiegandolo nei più minuti dettagli, riguardo alla murazione mi riservo di supplire nel Secondo Libro a quanto può mancare nella presente esposizione per non allontanarmi dall' ordine che mi sono prescritto; ordine che sovente costa maggiore fatica che la descrizione delle cose stesse. Soltanto coloro che sogliono scrivere conoscono tutta la difficoltà di non parlare delle cose che nei luoghi che loro con-

vengono naturalmente e d'evitare le inutili ripetizioni e la confusione che nasce dal difetto di metodo, per cui si vedono così di rado libri ben fatti, quantunque abbiano di ottime cose.

349. Talvolta si praticano delle scale di pietra di taglio nello spessore dalle ali per discendere nella platea quando il mare si è ritirato; o per farvi delle riparazioni o per discendere nel fondo del bacino, come si è fatto in quello di Dunkerque. La costruzione di queste scale non avendo nulla di particolare non mi vi arresterò dovendo farne menzione nel parlare di quelle che corrispondono ai moli rivestiti di muratura, che formano l'oggetto del Capitolo seguente.

Nell'articolo 127 ho detto che lo spessore delle spalle doveva farsi eguale all'altezza delle acque più grosse che debbono passare sotto la platea, benchè una tale grossezza fosse molto maggiore della resistenza che ad esse occorreva per sostenere la spinta. Vedesi ora la necessità non solo di aver riguardo a questa spinta, ma ancora agli effetti dei tiranti dei collari, alla situazione degli argani e a quella del ponte girante: in una parola tutto ciò che esige necessariamente una certa grossezza nel massiccio che serve di solida base agli accessori della chiusa; perciò abbiamo preferito il fare le spalle più solide anzi che deboli. Ma siccome le nostre regole sul tracciamento delle chiuse non riguardano che la loro capacità presa al livello della platea, ho lasciato a coloro che ne faranno il progetto il diminuire a riseghe le grossezze prescritte per ridurle alla sommità delle spalle, a quelle che crederanno dover essere sufficienti, specialmente nei luoghi suscettibili d'economia, purchè sia bene intesa e mai a spese della solidità dell'opera, nè alla facilità delle manovre che si potranno fare su la piattaforma.

350. Quando si sarà giunti all'altezza della copertura delle spalle, cioè a 3 piedi sopra il livello delle acque più alte, bisogna terminarne il rivestimento con una tavoletta od ultima corsia di pietre di taglio alta almeno 8 pollici per una larghezza eguale al terzo dello spessore comune della sommità; le pietre collegando insieme come vedesi rappresentato sopra alcune delle nostre piante di chiusa. Il restante dello spessore può essere pavimentato con mattoni posti in coltello ed in malta di cemento; ma se la pietra di taglio non è molto rara sarà meglio stenderla su tutto il coronamento, se vi si debbono muovere enormi pesi come avviene nei porti di mare, altrimenti se questa parte non è molto solida sarà soggetta a frequenti guasti.

Dopo che le spalle sono del tutto compiute si mette contro di esse, come si è già detto, una riempitura di argilla per impedire alle acque esterne il penetrare nella murazione. Questo rinforzo fondato così basso come essa, deve avere circa 6 piedi di spessore, o più generalmente il terzo di quello delle spalle presa sul fondamento onde proporzionarla alla loro altezza, che si termina ad un mezzo piede sopra il livello delle acque vive.

Ben condizionata questa riempitura, si fa l'interramento lungo i fianchi della chiusa, battendo la terra col mazzapicchio ogni strato di 8 pollici costipando la terra più che si può per renderle meno suscettibili di abbassamento; e quando dopo alcuni mesi hanno preso una perfetta consistenza vi si adagia un pavimento di pietra arenaria per un'estensione conveniente alle giornaliere operazioni della marina o del commercio.

CAPO DUODECIMO

DELLA COSTRUZIONE DELLE RIVE, O MOLI DI LEGNAME E DI MURAZIONE CHE SERVONO DI ALI ALLE CHIUSE DI RIVESTIMENTO AI BACINI.

351. Mentre s'innalzano le spalle di una chiusa si costruiscono in pari tempo le ripe che debbono servir loro di ale per un prolungamento almeno eguale a quello delle platee accessorie, onde guarentirla dagli accidenti di cui si risentirebbe se l'acqua potesse scavare le terre delle sponde del canale adiacenti alle teste, per introdursi di là dietro le spalle, delle quali a lungo andare potrebbe produr la ruina, specialmente se la chiusa fosse esposta all'agitazione dei flutti.

D'altronde se dalla parte di terra l'acqua si trovasse sostenuta per purgare un porto, sarebbe del pari pericoloso che penetrando nell'interramento si aprisse un passaggio impercettibile dapprima, ma che non mancherebbe di crescere con estrema rapidità, giunta una volta a sfuggire. D'onde segue l'indispensabile necessità di preservare le chiuse da quanto può danneggiarle da questa parte, il che si fa armando le ripe per un tratto più o meno secondo che la necessità od i comodi lo esigono rapporto al luogo in cui è situata la chiusa. Siccome queste ripe si rivestono di murazione o di legname, comincieremo dal trattare quelle della prima specie come una conseguenza naturale di ciò che abbiamo insegnato circa le spalle.

352. Prima di cominciare la costruzione delle ripe conviene determinare lo spessore del loro rivestimento. È vero che abbiamo calcolato delle tavole per quelli dei terrapieni in generale, le quali si trovano nella *Scienza degl'Ingegneri, Lib. III, pag. 74*, ove la resistenza fu stabilita un sesto di più della spinta delle terre, il che basta nei casi ordinarj. Ma siccome questo vantaggio non mi è sembrato sufficiente per le ripe a cui si usa attaccare degli argani per tirare i vascelli, le cui scosse prodotte dall'agitazione del mare tendono a tirare a sè i rivestimenti, ho creduto che per maggior sicurezza fosse duopo aumentare di un quarto la base dei rivestimenti stessi e stabilire perciò una tavola che è la seguente:

TAVOLA

Per regolare lo spessore dei rivestimenti di murazione delle rive di scalo, secondo la loro altezza.

Altezza dei rivestimenti.		Grossezza alla base per un 8.° di scarpa.		Grossezza alla sommità per un 8.° di scarpa.	
piedi	metri	piedi	metri	piedi	metri
10	3,25	3.11	1,27	2. 8	0,87
15	4,87	5.10	1,89	4.	1,30
20	6,50	7. 8	2,49	5. 2	1,68
25	8,12	9. 5	3,18	6. 4	2,06
30	9.75	11. 3	3,65	7. 6	2,44
35	11,37	12.10	4,17	8. 6	2,76
40	12,99	14. 5	4,68	9. 5	3,06
45	14,61	15.11	5,17	10. 4	3,36
50	16,24	17. 5	5,66	11. 2	3,63
55	17,86	18.10	6,12	11. 9	3,87
60	19,49	20. 2	6,55	12. 8	4,11
65	21,11	21. 7	7,01	13. 6	4,38
70	22,74	22. 9	7,39	14.	4,55
75	24,36	23.10	7,74	14. 6	4,71
80	25,99	25.	8,12	15.	4,87
85	27,61	25.11	8,42	15. 4	4,98
90	29,24	27. 2	8,82	15.10	5,14
95	30,86	27.10	9,04	16.	5,18
100	32,48	28.10	9,36	16. 4	5,31
105	34,10	29. 8	9,64	16. 7	5,39

353. Suppongo che la scarpa dei rivestimenti sia sempre l'ottava parte della loro altezza, ossia che un rivestimento di 40 piedi ne abbia 5 di scarpa; ciò posto, si trova nelle tavole che un rivestimento di 40 piedi di altezza deve essere grosso allla base 11 piedi, 6 pollici e 7 linee; quindi avendo riguardo all'aumento che mi sembrò conveniente di fare, bisogna prendere il quarto di tale grossezza che è 2 piedi, 10 pollici e circa 8 linee, aggiugnerli a questa stessa grossezza e si hanno 14 piedi e 5 pollici, numero che corrisponde all'altezza 40 nella tavola precedente e così delle altre.

Secondo le lunghezze che vi si trovano marcate, la resistenza di ciascun rivestimento sarà presso a poco il doppio di ciò che sarebbe pel solo equilibrio colla spinta delle terre che dovranno sostenere, il che è più che sufficiente riguardo agli accidenti che si possono temere.

Quanto ai contrafforti, per proporzionarne la resistenza alla spinta delle terre, vorrei dare al loro intervallo da un mezzo all'altro il doppio della grossezza della base del rivestimento, fare la loro lunghezza eguale a questo stesso spessore, poscia darne tre quarti alla radice e metà alla coda.

Avendo per esempio un rivestimento di 25 piedi d'altezza si troverà nella tavola che la sua base deve avere 9 piedi e 5 pollici di spessore; secondo la precedente regola ottima nella pratica, l'intervallo dei contrafforti dal centro di uno a quello del suo contiguo sarà 18 piedi e 10 pollici. Ciascuno avrà 9 piedi e 5 pollici di lunghezza, 7 piedi alla radice e 4 piedi ed 8 pollici alla coda.

Siccome le altezze dei rivestimenti in questa tavola vanno aumentando di 5 piedi, quando se ne avesse una che non vi si trovasse, bisognerebbe prendere le dimensioni corrispondenti all'altezza che più si approssimerà a quella di cui tratterassi, osservando che sia piuttosto maggiore che minore, voglio dire per esempio, che trattandosi di una sponda alta 33 piedi, farei come se ne avesse 35. Quindi, secondo la tavola terrei la base di 12 piedi e 10 pollici di spessore e di 8 piedi e 6 pollici la sommità.

354. Taccio tutto ciò che riguarda lo sterro, lo stabilimento delle ture e delle macchine destinate all'esaurimento delle acque; poichè le ale di cui si parla dovendo prolungarsi fino all'estremità delle platee accessorie al di sopra e al di sotto della chiusa, ciò che varrà a facilitarne l'impianto servirà anche pe' suoi accessorj. Riguardo alla fondazione si regolerà secondo la qualità del terreno che incontrerassi, cioè se esso è cattivo bisognerà palafittare ed anche fare un graticolato composto di correnti e di traverse, se credesi necessario, il che si saprà eseguire dietro tutto ciò che si è detto parlando delle spalle senza che sia necessario ripetere una parte dei dettagli in cui sono entrato. Aggiugnerò soltanto che supponendo indispensabile questo graticolato vi si applicherà sopra un tavolato fatto di assi grosse 4 in 5 pollici, sopra cui si stabilirà la prima corsia dei fondamenti.

Si daranno ai pali 9 in 10 pollici di squadratura o di diametro se s'impiegano rotondi ed avranno una larghezza conveniente alla qualità del terreno situati almeno a 2 piedi d'intervallo da un mezzo all'altro ed al più a 3 piedi, secondo si vedrà la necessità di moltiplicarne il numero.

Ciascuna fila posata secondo l' allineamento del muro, principalmente quello che sarà sul davanti, che si deve fare più alto delle altre per ricevere un appoggio fermato a maschio e femmina, lungo il quale si pianterà una fila di palanche attaccate con chiodi e grappe di ferro lunghe 7 ad 8 pollici, dando ad esse un po' di inclinazione come ai pali adiacenti.

Se si avesse ragione di temere che in seguito il piede della fondazione potesse essere danneggiato dall' impeto delle acque di una cascata, bisognerebbe piantare due file di palanche piuttosto che una colle commessure intercalate; il che si deve osservare tanto in buono che in cattivo terreno, essendo le consegnenze del pari funeste se non si prevengono.

Nel caso in cui si provasse una resistenza troppo grande a piantare i pali e le palanche, bisognerà armare l' estremità con una punta di ferro di 8 libbre circa.

Si avrà cura di assicurare anche le fondazioni dei contrafforti, con pali ricoperti da correnti e da traverse: i compartimenti dei graticolati saranno muniti di murazione come abbiamo detto parlando della fondazione delle chiuse. Per giudicar meglio di quella che può appartenere alle ripe nel caso da noi supposto, consiglio ad esaminare le figure 1 e 2, tavola 8, relativa al *Cap. IX, Lib. III, della Scienza degl'Ingegneri,* che è necessario vedere, perocchè vi si troverà trattato a fondo il modo di edificare i rivestimenti dei bastioni e dei terrapieni e quindi quelli delle ripe.

355. Riguardo alle sponde stabilite sopra un buon fondo si giudicherà delle cure che si debbono prendere, considerando la figura 7, tavola 27, che rappresenta il profilo e l' alzato d' una testa di sponda, che serve a rendere sensibile ciò che resta a dire. Vedrassi che sull' orlo della fondazione si deve porre una traversa H, larga 12 a 15 pollici per 6 in 7 di spessore per ricevere la prima corsia che sosterrà il rivestimento, e che può anche servire ad inchiodare le palanche a 3 piedi circa sotto la loro sommità ove si attaccheranno anche ad una seconda traversa G che deve avere uno sporto della metà della sua larghezza per formare una risega al piede della fronte. Voglio dire che se essa ha 14 pollici di larghezza, ve ne saranno 7 inchiavati nella murazione ed altri 7 sporgenti allo stesso livello della sommità delle palanche I K onde coprire l' una e l'altra con un tavolone M N grosso 4 pollici per 12 di larghezza servendo di base ai pali di guardia L M, P Q, il primo rappresentato in profilo e gli altri di fronte. Siccome le traverse sono fatte di più pezzi, si tenterà d' impiegarle più lunghe che sarà possibile congiunte e legate insieme con indentatura.

Supponendo sempre il terreno di buona qualità basterà dare 2 piedi e mezzo a 3 piedi di spessore alla fondazione che si farà di buone pietre, appianate fino al livello della seconda traversa G, osservando di non impiegare sul davanti che grosse pietre dure messe in chiave lunghe piedi 2 e mezzo con malta di cemento per uno spessore di 3 piedi circa, il restante della fondazione fatto in malta ordinaria ma di buona qualità, il che si continuerà del pari per la fronte rimontando fino alla sommità.

356. Dopo che la fondazione sarà stata appianata s' innalzerà il corpo del rivestimento con corsie regolari, e la fronte composta di pietre dure spogliate delle parti tenere, e tagliate propriamente, posate poscia alternativamente una in fascia ed una in chiave, cogli stessi riguardi come si è detto nel capitolo precedente.

Le pietre frontali per le prime corsie debbono legarsi con arpioni di ferro lunghi 8 a 10 pollici e impiombati, e quelle formanti il massiccio della sponda saranno di pietrame duro, spogliato delle parti tenere e lavorato a punta grossa, squadrato sulle commessure e sui letti e messo in opera a bagno di malta che uscirà dalle commessure.

Per maggiore solidità sarebbe utile fare ogni 4 piedi delle catene di mattone di 4 in 5 corsie, se ne abbonda il luogo e munirne il di dietro del rivestimento come mostra la figura.

357. A misura che s' innalzerà la murazione bisognerà inchiavare i tiranti di ferro BC, BD, EF dei cerchi che servono a ritenere i pali di guardia e gli anelloni come A. Le stanghette de' tiranti posti nelle parti superiori, possono corrispondere al di dietro del muro come in C, quando a quest' altezza non ha che 8 o 9 piedi di spessore; e circa a quelle di sotto come F si può fare a meno di portarle così lungi quando la grossezza è troppo grande. Non è già lo stesso dei tiranti per gli anelloni che si possono portare come B D fino alla coda dei contrafforti onde moltiplicarne le chiavi ed abbracciare un massiccio più grande; non potendosi prendere troppa precauzione contro le violenti scosse che soffrono gli anelloni quando vi si legano grossi vascelli.

Occorrono almeno due staffe per assicurare ciascun palo di guardia la prima posata a 6 piedi sopra la risega e la seconda alla stessa distanza dalla sommità acciò il tirante sia bastantemente coperto dalla murazione. Quando i pali superano l'altezza di 35 piedi vi si aggiugne una terza staffa fra le precedenti.

358. I pali di guardia, e quindi anche le staffe debbono porsi a 9 piedi d' intervallo al più, da un mezzo all' altro e si trattengono tutti insieme con un architrave O L ritenuto a maschio e femmina, fortificato anche dagli arpesi di ferro R S, come si vede nella figura 4. Il di sopra dell'architrave si taglia a schiancio per facilitare lo scolo delle acque e preservarlo dalla putredine.

Quando si sarà giunti alla sommità del rivestimento bisogna terminarlo con dadi di pietra dura le più grandi che si potranno trovare, aventi 8 pollici di spessore, posati a bagno di malta di cemento, incastrati gli uni negli altri con un uncino circolare di 4 pollici di diametro, e tagliati nel mezzo della commessura oppure si uniranno con ramponi. Devesi osservare di dare a questi dadi uno sporto bastante per formare un cordone con un poco di pendio onde facilitare lo scolo delle piovane, e con essi si fa un pavimento a tutta la larghezza della sponda.

Ho dimenticato di dire che quando le sponde servono di ala alle chiuse e sono limitate all' altezza delle platee accessorie bisogna risvoltare le loro estremità a squadra onde internarle per 4 o 5 piedi nella sommità delle dighe, e cacciarvi contro una riempitura di argilla in continuazione di quella delle spalle, per preservarle dai guasti. D'altronde ciò che ho insegnato riguardo alle ali delle chiuse potendo applicarsi alla costruzione delle sponde di murazione e dei bacini fatti alle rive del mare o dei fiumi aggiugnerò qui ciò che può esser proprio ad asse ond' esaurire affatto questo argomento.

359. Quando le sponde si fanno senza parapetto, non bastano gli anelloni attaccati al loro rivestimento, ma bisogna metterne altri al pian terreno che non richieggono minori cure per fermarli solidamente, quando sono destinati a legarvi dei grossi vascelli.

Prima di posare il pavimento, si fondano su la sponda alla profondità di circa 7 piedi, nei luoghi marcati, dei dadi di murazione che non possono avere meno di 6 piedi d'altezza per una tesa quadrata di base; in mezzo a questi s'inchiava una barra di ferro verticalmente, di 7 piedi d'altezza per servire di tirante all'anellone, attraversata da due chiavi orizzontali di sufficiente lunghezza e grossezza chiuse nel massiccio; la prima sotto la base del dado, la seconda 3 piedi sopra incrociando la precedente. Quest'asta deve avere circa 3 pollici di riquadratura e va disposta colla estremità in modo da potervi incastrare l'occhietto in cui si muove l'anellone, che allora si troverà un piede circa sopra la piattaforma del massiccio che si copre di un lastricato di arenaria posata in malta di cemento; ma prima si abbraccia questa parte della barra immediatamente sotto l'occhietto con un collare formato di due pietre dure legate insieme da arpioni, ed allo stesso piano del rimanente del pavimento.

360. Se la sponda fiancheggiasse un fiume e non si trattasse che di attaccarvi semplici battelli, potrebbero bastare due branche all'occhietto dell'anellone impiombate in una grossa pietra che poscia si appoggerà ad un massiccio di murazione più picciolo del precedente. Si regolerà la cosa secondo l'ufficio e la grossezza degli anelloni, che si proporziona alla forza delle funi per conseguenza a quella delle navi che vi si debbono attaccare, su la qual cosa non si possono dar regole generali, ma siccome ho principalmente in vista il servizio della marina, dirò che gli anelloni collocati nelle sponde del bacino di Dunkerque erano di bronzo ed avevano 15 pollici di diametro, il corpo dell'anello 30 linee di diametro, l'occhietto era pure di bronzo e disposto in modo che messo a sito agisse di fianco per facilitare la legatura dei legni, e non dal basso all'alto.

Nello stesso bacino i pali di guardia o di difesa, avevano 10 pollici per 14 di squadratura, ed erano distanti 6 piedi da mezzo a mezzo, il lato piano posava sul nudo muro, ed era ritenuto da staffe formate ciascheduna da due tiranti separati.

361. Per facilitare i trasporti nel carico e scarico dei bastimenti, si formano a certi intervalli lungo le sponde degli scali pel passaggio dei traini, sostenuti al di fuori da un rivestimento che segue la stessa discesa e si pavimenta di arenaria con malta di calce e cemento, la cui costruzione è così semplice che non merita di trattenervisi: e dicasi lo stesso delle gradinate che vi si fanno a comodo del pubblico. Dirò soltanto che le gradinate si debbono fare della pietra più dura del territorio avendo almeno 15 pollici di pedata per 6 di altezza, immorsati per 7 ad 8 pollici colle loro estremità nei muri di spalla, posati a bagno di malta come la precedente sopra un massiccio di murazione eguale a quello del rivestimento, legando le pietre con arpioni se si dovrà impiegarne più di una ad ogni gradino.

Costruzione delle sponde o rive di scalo in legname.

362. Quantunque le sponde di murazione sieno preferibili per ogni riguardo a quelle di legname, non tralascerò di parlare della costruzione di queste ultime, affinchè ciò che dirò possa servire nei luoghi ove abbonda il legname. La carezza del materiale non ha impedito ne' Paesi-Passi di farne uso nelle ale delle chiuse, dove non se ne vede che di legname mal-

grado la loro precaria durata, che non giugne a 20 anni, in guisa che se si fa una giusta stima dei movimenti di terra, della enorme quantità di legnami, e di ferro che vi si deve impiegare per renderle solide, vedrassi che costano presso a poco come se fossero di murazione. Questa è una delle occasioni in cui deve manifestarsi la prudenza di quelli che formano dei progetti, considerando tutto ciò che può entrare nelle viste di una saggia economia senza lasciarsi sedurre dalla naturale tendenza ad imitare ciò che è in uso nei luoghi ove si lavora.

La costruzione di una sponda di legname si riduce a fare in guisa che i legnami di cui sarà composta, possano sostenere la spinta delle terre da una parte, e dall' altra quella delle acque; il che richiede una cert' arte d' impiegare i legnami senza moltiplicarli inutilmente. Siccome altre volte, se ne eseguirono di bellissime nel porto di Dunkerque coi disegni ed i progetti di Clement direttore delle fortificazioni che aveva per questi lavori un genio ed una meccanica ammirabile, riporto quindi su la tavola 27 ciò che quest' uomo ha eseguito più felicemente.

363. Per preparare i legnami destinati alla costruzione di una sponda di legname, bisogna prima di tutto conoscere il fondo in cui si dovranno piantare sul davanti, massime quelli sul davanti che soffrono di più, onde affondarli più o meno secondo la tenacità del terreno e l'altezza della sponda sopra il letto delle acque. Perocchè di questi pali non è già come degli altri il cui carico agisce d' alto in basso, bisogna che offrano una resistenza invincibile alla potenza che li spingerà secondo una direziona orizzontale. Riguardo agli altri pali che sosterranno le chiavi, se ne determinerà la lunghezza secondo lo esigerà la necessità, ma tutti debbono essere battuti con un maglio del peso di 1500 a 1600 libbre, e non si debbono credere piantati bene se non dopo aver esperimentato che quattro serie di 30 colpi l' una non l'abbiano fatti discendere di più. Quando sono armati di una punta di ferro ben formata si giugne a piantarli quanto si vuole, purchè non s' incontrano strati impenetrabili, e non si risparmia qualche volta; vedesi talvolta un palo restare immobile ad onta degli sforzi del maglio, e poi tutto ad un tratto profondarsi più che non si volea, dopo aver vinta una crosta che non era che passaggiera.

364. Per far comprendere perfettamente la costruzione di cui si tratta, noi la divideremo in campate contenenti un numero di pezzi di legname che formano insieme una parte della sponda rinchiusa nello spazio T T, figura 5, tavola 27, non essendo il restante che una ripetizione della stessa cosa.

In ciascuna campata entrano tre pali di fronte come A, messi così vicini che il vuoto eguagli il pieno, marcati nella pianta e nell' alzata, dalle lettere N, O, P, legati ad appoggi L M, e coronati da un cappello G. L' appoggio superiore L è attaccato ad una serie di chiavi inclinate C, e l' inferiore M ad altre Q situate quasi orizzontalmente; osservando che in ciascuna campata non evvi che una chiave all' alto ed una al basso, separata dal palo di mezzo O, figure 3 a 5.

La prima chiave C è sostenuta da due pali di sostegno H. F, e la seconda O da due altre B, E; la coda di queste chiavi va ad attaccarsi ad una intaccatura in un pezzo fisso D a cui sono attaccate con cavicchie di ferro come pure ai tre pali di rinforzo I, K, S, che contengono il pezzo

fisso nel luogo di ciascuna campata, composta perciò di tre pali di fronte, quattro sostegni, tre rinforzi e due chiavi.

365. Prevenuti da questa picciola introduzione si osserverà d'inclinare i pali di fronte A, un dodicesimo della loro altezza; quindi quelli di 36 piedi ne avranno tre di pendio. Si farà lo stesso per quelli di sostegno H, F, B, E, che debbono essere inclinati parallelamente al primo A.

La prima traversa L si posa a tre piedi sotto la sommità della sponda, la seconda M, a 4, 5, o 6 sopra il piede del rivestimento e quando la sponda ha molto più di 25 piedi di altezza, se ne mette una ancora fra le due precedenti ritenuta da una terza chiave.

Riguardo al pezzo fisso D, la sua posizione deve dipendere dall'altezza della sponda, e per situarlo convenientemente, bisogna che quest'altezza stia all'intervallo MD fra la traversa inferiore ed il pezzo fisso, presso a poco come 3 a 4; cioè se l'altezza GV della sponda fosse 24 piedi, bisognerebbe che l'intervallo MD ne avesse 32, il che servirà a determinare la lunghezza delle chiavi C, Q che si allungano talvolta posando un altro pezzo al di là del precedente, quando la sponda è più alta che non si è qui supposto, ond'evitare che le chiavi che ritengono la traversa superiore facciano un angolo troppo acuto colla fronte, il che sarebbe contrario alla solidità della costruzione, come ne avremo un esempio descrivendo la chiusa del canale di Mardick le cui ale fatte di legname avevano le loro chiavi allungate con un secondo pezzo fisso.

366. Quantunque il palo di rinforzo K sia ben collocato fra le due chiavi C, Q, per essere legato con una cavicchia comune, vi sono degl'ingegneri che amano meglio che questo palo ed i simili ad esso servano a portare il pezzo fisso, legandoli insieme a maschio e femmina, come nella figura 2, invece di assiderlo semplicemente su la terra come qui; io sono del loro parere purchè si supplisca a questo palo attaccando le chiavi al pezzo fisso con arpioni di ferro X, come indica la figura stessa.

Supponendo che si tratti di una sponda di 25 a 30 piedi di altezza, si darà ai pali della fronte 12 pollici di squadratura, e 10 soltanto agli altri. Le traverse avranno ciascheduna 8 per 10 pollici, il cordone 12 per 12, le chiavi 10 per 12 e il pezzo fisso 12 per 12.

Quando non si può impiegare che un pezzo fisso, le chiavi debbono essere intere e tutte le altre almeno di 20 piedi. Le più lunghe saranno le migliori, osservando che le unioni delle traverse non s'incontrino le une sopra le altre.

Tutta la parte posteriore dei pali di fronte si riveste di tavole di quercia grosse 2 pollici, e serrate insieme; le prime posate tanto basse quanto sarà possibile, e le loro commessure ricoperte di regoletti con frapposto uno strato di erica e inchiodate molto folte e serrate in modo da rendere il rivestimento più turato che sia possibile.

367. Per impedire che le acque non iscavino le terre dell'argine si pongono alla profondità di 3 o 4 piedi più basso, per la larghezza di 8 piedi, dei fasci di verghe stese per la lunga dietro le tavole; i fasci dell'ultimo strato servono di base ad una riempitura di argilla grossa 6 piedi, e sono addossati al rivestimento fino alla sommità. Il resto dell'interramento si fa di terra comune ben distesa letto per letto, per tutta la lunghezza della sponda; esso è appianato superiormente con un ultimo letto di sabbia alto 6 pollici per ricevere il pavimento se si crede opportuno il farlo.

Se si osservasse che la corrente dell'acqua cagionasse del danno al piede della sponda bisognarebbe dapprima stabilire una traversa B posata sopra un ordine di pali D come al solito, per inchiodarvi una fila di palanche C un poco inclinata, come dimostra il profilo, il che sarebbe ancor meglio dei fasci di verghe di cui abbiamo fatto menzione.

368. Per non trascurar nulla dei dettagli che spettano alle sponde di legname, ecco la forza delle ferramenta che entrano nella loro formazione.

Le cavicchie che attaccano le traverse ed anche le chiavi ai pali di fronte pesano ciascuna 7 libbre, colle loro rosette e chiavette.

Le spine che legano gli atessi pali colla cresta, e le chiavi coi loro pali di sostegno, pesano 3 libbre per ciascheduna.

Gli arpioni X che attaccano le chiavi alle briglie ed al palo fisso pesano con le loro caviglie e ramponi circa 75 libbre.

Le caviglie di ferro a barbone che ritengono le chiavi al palo fisso pesano 5 in 6 libbre.

Le caviglie che attraversano i pali di rinforzo e le chiavi per legarli insieme, pesano ciascuno da 11 in 12 libbre compreso il dado e la chiavetta.

Finalmente le punte di ferro aventi 4 braccia pei grandi pali di parete pesano ciascuna circa 25 libbre, e le altre minori dalle 12 alle 15.

CAPO DECIMOTERZO

DELLA COSTRUZIONE DELLE PORTE PER QUALUNQUE GRANDEZZA DI CHIUSE.

369. Le porte delle chiuse formano una parte principale del meccanismo loro che non esige minore circospezione delle precedenti per ben commetterne i pezzi di legname, regolar la forza loro e delle ferramenta secondo la larghezza delle chiuse e l'altezza dell' acqua che dovranno sostenere. Perocchè è del pari nocivo fare queste porte troppo deboli o troppo massicce, mentre si prova sempre molta difficoltà a maneggiar quelle delle grandi chiuse a cagione del loro enorme peso, senza caricarle di più fuori di proposito.

Siccome vi sono diverse specie di porte di chiuse secondo la loro destinazione, noi comincieremo dalle più semplici; ed acciò si possa giudicare della forza di cui bisognerà renderle capaci relativamente alla loro larghezza, ci riporteremo all' uso delle chiuse di ogni grandezza, fondandoci nell' esempio di ciò che si è eseguito di meglio per dedurre regole generali, la quale è la via più sicura nel caso in cui la teoria deve limitarsi a far sentire che la pratica è ben intesa.

Sezione I.

Della costruzione delle porte ad angolo, semplici.

370. Avendo cominciato il Capitolo VII col presentare la chiusa di Bergues per una di quelle che volevano essere citate per modello, l' ordine naturale richiede di cominciare a spiegare le porte angolari dalla parte del mare, riservandomi di far menzione altrove di quelle giranti che erano verso la campagna. Se ne vede un' imposta rappresentata su la tavola 21, la cui larghezza era di 15 piedi e 4 pollici, per una altezza capace di sostenere 22 piedi d' acqua, benchè le più grosse maree non salissero mai al di sopra dei 19 piedi nel luogo ov' era situata questa chiusa; ma si usa di far sempre le porte verso il mare alte tre piedi più che non dovrebbero essere naturalmente onde impedire che le ondate le sormontino.

371. In generale l'armatura di una porta da chiusa è composta: 1.° di un telajo formato dal fuso A rotondato dalla parte del suo incastro; del ritto battente B avente una delle facce I tagliata in isbieco per congiugnersi alla punta dell'angolo col suo simile, e di due traverse principali C D che si chiamano superiore ed inferiore. 2.° Di molte altre traverse intermedie E che servono a chiudere lo scheletro dell'Imposta. 3.° Di un numero di file di sqoadri F il cui scopo è di legare e sostenere le traverse. 4.° De' ritti G formanti lo sportello praticato in ciascuna imposta, che si chiude con una paratoja ad incastro, come si è detto altrove. 5.° Del rivestimento onde quest'armatura è coperta all'esterno.

Il numero delle traverse si regola coll'altezza delle porte, ed in proporzione a quella dell'acqua che debbono sostenere; in generale si usa di non metterle a più di 30 pollici d'intervallo le une dalle altre, nè più vicine di 24 per non rendere le imposte troppo pesanti.

372. Riguardo al numero delle staffe, o squadri esso dipende non solo dall'altezza delle porte ma eziandio dalla loro larghezza e dalla situazione che si darà al portello, il quale non corrisponde sempre alla traversa della soglia come in seguito vedrassi. Ciò che si può dire di più positivo si è che ciascuna fila di squadri deve essere inclinata in guisa da formare col fuso un angolo presso a poco di 36°, acciò la loro direzione sia meno obbliqua che è possibile, avuto riguardo al carico che debbono sostenere; poichè sarebbe a desiderare che tutto il peso della porta corrispondesse al cardine O per mezzo del fuso, dovendosi per quanto si può procurare di ricondurre ad esso per mezzo degli squadri e dei loro appoggi L, il peso di tutto ciò che poggerebbe in falso senza il loro soccorso; ciascuna fila di esse potendo essere riguardata come una forza la cui direzione LQ sarà tanto più vantaggiosa quanto più avvicinerassi alla verticale. Al contrario più sarà obliqua la sua direzione, minor forza avrà la potenza; che se lo fosse infinitamente, gli squadri, lungi dal sollevare il peso dell'imposta non farebbero che aumentarlo a scapito del suo telajo, perocchè i punti d'appoggio L non sosterranno più nulla quando la direzione L Q si avvicinerà molto ad essere paralella alle traverse. Ma del pari bisogna guardarsi che volendo rendere la direzione degli squadri troppo prossima alla verticale non si cada nell'inconveniente di non dare bastante appoggio ai maschi dei contraffissi, che corrisponderanno ai punti d'appoggio L, perciò l'angolo di 36° mi è sembrato conveniente. Supponendo che d'altronde si abbia cura di praticare le intaccature ed i rinforzi nei luoghi che si crederanno necessarj proponendosi sempre un'armatura così bene intesa che tutti i pezzi possano in qualche modo sostenersi da sè senza soccorso delle ferramenta, che non devonsi riguardare che come un vantaggio di più. Non bisogna perdere di vista che tutti i pezzi il cui appoggio principale non corrisponde ai fusi, non fanno che aumentare il carico, e non contribuiscono che debolmente alla solidità delle porte. Tale è per esempio la fila dei diagonali M N il cui appoggio M cade in falso. In qualunque modo si possano considerare, non servono qui che a far numero, mentre quelli che dividono diagonalmente l'imposta, sostengono quant'è possibile le quattro prime traverse, per conseguenza il battente I, che si trova perciò in istato di dividere il peso dei tre altri seguenti.

Per difetto di simili cure uomini molto abili fecero delle porte da chiusa

la cui armatura dispiace al primo sguardo; il che dimostra che le cose più semplici non sono sempre quelle che si eseguiscono meglio, allorchè non si è guidati dai principj luminosi della meccanica, come se ne giudicherà dall'esempio seguente.

373. Prima che si facesse uso delle porte giranti se ne vedevano di singolarissime nella chiusa di Bergues verso la campagna, che serve a spazzare il porto di Dunkerque; le figure 1 e 2 della tavola 28, rappresentano l'alzata e la pianta di una porta A V B E, in cui ve n'era un altro F H G I, rinchiuso in un telajo formato in parte dai ritti A B, del primo e dalle traverse D E. Questa second' imposta che aveva per fuso il pezzo F, si apriva verso il mare e la prima verso la campagna. Quand'erano chiuse entrambe, la seconda si appoggiava colla sua estremità G contro una ventola X S T Q Y che portava il ritto B; questa ventola era allora attaccata con l'estremità X del suo braccio X Y alla traversa V, il che succedeva quando l'acqua del canale di Bergues si trovava alla sua maggiore altezza, ma tosto che il mare era basso si liberavano le ventole che venivano ad applicarsi nella linea del monaco; allora le imposte spinte dal carico, si aprivano improvvisamente e si disponevano contro le spalle, e l'acqua sfuggiva con impeto dalle aperture praticate nelle grandi imposte, che restavano chiuse eccetto il tempo del passaggio dei battelli. Nel riferir queste cose il mio scopo è quello di dimostrare la poca intelligenza di coloro che fecero costruire questa porta. Non v'ha cosa infatti più male intesa della posizione delle brache N che non contribuiscono per nessun conto ad alleggerire il battente ad angolo G aggravato solo dalla metà del peso di tutta la porta F H G I, che non avrebbe giammai potuto sostenersi con un'armatura così difettosa e colle scosse che debbono provare senza tutte le ferramenta impiegatevi ed il cappello che faceva un contrappeso di 20 piedi di lunghezza: tuttavia io sono d'opinione che questa porta a'suoi tempi avrà avuto degli ammiratori, e che sarà stato applaudito chi ne diede il disegno; tanto è facile confondere il cattivo col buono.

374. Non è necessario risalire a tempi remoti per vedere questo difetto. Se ne trovano esempj recenti in alcuni dei nostri porti; avendolo fatto osservare a quelli che vi avevano preso parte, pretesero di scusarlo dicendo di aver così operato per non indebolire le traverse con piaghe direttamente opposte; ma questa ragione non può prevalere su le precedenti poichè trattando bene gl'incastri ed i rinforzi si possono fare i maschi brevissimi perocchè quando le brache saranno incastrate dalla parte del rivestimento onde tenerle serrate non vedesi la necessità di mettervi delle cavicchie mentre la loro posizione non le può porre nel caso di mancare colle loro estremità come gli altri pezzi.

I quattro pezzi componenti il telajo di ciascuna imposta delle porte in generale cioè i fusi ed i battenti, le traverse superiori ed inferiori si fanno d'ordinario di eguale grossezza, come qui supponiamo, benchè taluni vogliano che si faccia il battente più debole del fuso onde diminuire il carico, ma credo che vi sarebbe dell'inconveniente nell'agire così trovandosi questo bastantemente indebolito dal taglio del legno sbiecato, onde non rimane se non quanto indispensabilmente occorre per iscavare le piaghe e la battuta del rivestimento.

375. Noi supponiamo che le porte di cui siamo per determinare la grossezza dei legnami, si facciano piane e non arcuate, avendo di queste dimostrato il difetto negli articoli 193, 194, 195 e 196; quindi le traverse ai considereranno impiegate rette e non arcuate. Ben inteso ciò, tutte le picciole chiuse che si faranno dagli 8 ai 12 piedi di larghezza avranno i pezzi dei loro telaj di 8 a 10 pollici di grossezza, le traverse intermedie di 6 ad 8, i diagonali e i ritti di 4 a 6, ricoperto il tutto da un rivestimento grosso 2 pollici che conserveremo anche per le chiuse seguenti al di sotto di 37 piedi di larghezza.

Per evitare qualunque equivoco giova sapere che la prima dimensione data a ciascun pezzo ne indica lo spessore che non può essere sensibile nei nostri disegni, e la seconda la larghezza; quindi i ritti di cui abbiamo parlato debbono avere 8 pollici di spessore e 10 di larghezza. Se quest' ultima si trova più forte della prima è all' oggetto d' incavare piaghe tanto profonde da ricevere i maschi degli altri pezzi, il cui spessore è parimenti espresso dal primo dei due numeri della squadratura, ai quali aggiugnendo lo spessore del rivestimento, si trova quello delle imposte.

Nelle chiuse che avranno dai 13 fino ai 18 piedi di larghezza si darà ai pezzi del telajo delle imposte da 10 a 12 pollici di grossezza, 8 a 10 alle traverse di mezzo e 4 a 6 ai diagonali ed ai ritti degli intermedj.

Le chiuse più picciole da me vedute con porte ad angolo sono quelle di cacciata e di fuga praticate nella strada coperta di Gravelioes per far circolare l' acqua del fiume *Aa* nelle fosse della piazza, come in seguito faremo vedere, le quali non hanno che 8 piedi di larghezza, il che riduce l' imposta a non averne che 5 e mezzo per 10 di altezza.

L' insieme della loro armatura è presso a poco simile alla parte rinchiusa fra la parte *n a i l* dell' imposta della chiusa di Bergues che tutto o in parte può servir di modello pei casi seguenti.

Tutte le chiuse che saranno dai 19 fino ai 24 piedi di larghezza debbono avere i pezzi del telajo delle imposte di 12 a 14 pollici di grossezza, le traverse intermedie di 10 a 12, i diagonali ed i ritti di 5 a 7. La loro compaginatura si può anche, se credesi a proposito, conformare a quella della chiusa di Bergues, e se bisognasse dar loro minore altezza si ridurrà a quella che più conviene, sopprimendo la prima traversa ed anche la seconda per non conservare che la parte inferiore, la quale basterà per sostenere 12, 13 e 14 piedi d' acqua.

Nelle chiuse che avranno dai 25 fino ai 30 piedi di larghezza si darà ai pezzi del telajo dell' imposta da 14 a 16 pollici di spessore, da 12 a 13 alle traverse intermedie, da 6 a 8 ai diagonali ed ai ritti.

Per le chiuse che avessero dagli 8 fino ai 36 piedi di larghezza, si daranno ai pezzi del loro telajo da 17 a 18 pollici di grossezza, da 13 a 14 alle traverse intermedie, da 7 a 9 ai diagonali ed ai ritti, osservando che la traversa di mezzo sia della stessa dimensione di quelle del telajo, quando le imposte sono molto alte per le ragioni che si diranno all' art. 383.

Nelle chiuse da 37 ai 42 piedi di larghezza si darà ai pezzi del loro telajo da 16 a 18 pollici di grossezza, da 14 a 16 alle traverse inferiori, e 7 a 9 ai diagonali e ritti, ricoperti di un rivestimento grosso 2 pollici e mezzo.

Finalmente nelle chiuse che avessero dai 43 fino ai 48 piedi di lar-

ghezza si darà ai pezzi del telajo 18 a 20 pollici di grossezza, da 15 a 18 alle traverse intermedie, da 8 a 10 ai diagonali ed ai ritti, ricoperti come poc'anzi di un rivestimento grosso pollici 2 e mezzo. Quest' armatura deve essere condizionata per tutte queste chiuse nel modo che vedrassi dagli esempj seguenti.

376. Avendo descritto la chiusa del bacino di Dunkerque immediatamente dopo quella di Bergues, conviene ora parlare delle porte di questa prima di cui la figura 3 rappresenta un' imposta larga 27 piedi e 3 pollici, perocchè la chiusa aveva 42 piedi di larghezza.

Tavola 28 La figura 7 mostra distintamente con linee punteggiate la profondità delle piaghe, quindi la grandezza dei maschj fatti nelle traverse, diagonali e ritti, il tutto assicurato da caviglie di ferro di grossezza proporzionata alla forza dei legni come diremo a suo luogo. Inoltre si è marcato pure in qual modo debbono essere fatte le incavature dei diagonali e dei contraffissi, corrispondenti ai punti d' appoggio del fuso.

La fila dei diagonali BC non è stata continuata qui fino alla traversa superiore A nelle porte verso mare, avendola interrotta per posare i ritto DE, GH che lasciavano uno sportelio HF praticato sopra la terza traversa e non sopra l' inferiore come nei portoni dei precedenti disegni. Si è fatto questo cambiamento nella grande chiusa di Dunkerque perchè quivi i piccioli acquidotti praticati nelle spalle non servivano che a vuotare il bacino quando si voleva metterlo a secco nel tempo della bassa marea, poscia chiudevansi questi acquidotti del pari che le porte verso mare. Per empierlo si aprivano gli sportelli nel tempo dell' alta marea, onde non lasciare entrar nel bacino che l' acqua tirata dalla superficie, assai più chiara di quella del fondo sempre piena di sabbia, e che col tempo avrebbe colmato il bacino se si fosse fatto uso degli acquidotti. Saggia previdenza, per cui gl' ingegneri che vennero dopo non hanno fatto in simili casi i portelli delle porte verso mare, su la traversa inferiore, ma bensì su la penultima.

377. Passo sotto silenzio le ferramenta che forticavano le porte di cui abbiamo parlato, riservandomi a darne un circostanziato dettaglio nella sezione seguente onde continuare senza interruzione ciò che appartiene ai legnami dei portoni in generale: la figura 4 rappresenta un' imposta di mediocre grandezza presa dal grande passaggio dell'antica chiusa di Gravelines, che ha 20 piedi di larghezza, onde ogn' imposta aveva una portata di 12 piedi e sosteneva circa 9 piedi d' acqua.

Questa porta non comprende nulla che non sia copiato dalle precedenti, quindi l' ho riportata solo per mostrare che in generale la loro semplicità dipende dalla capacità che bisogna dare ad esse onde somministrare delle idee alle persone d' arte. Vi vedranno almeno con quale solidità sono commessi tutti i pezzi che ne compongono lo scheletro riguardo al taglio dei maschi e delle piaghe che vi sono distintamente marcate, come si è fatto nelle due porte precedenti, ed è perciò che non ne dirò di più.

378. Giacchè abbiamo sott' occhio la tavola 28, darò qui la spiegazione della macchina che serviva a maneggiare la paratoja di ciascun pertugio praticato nelle spalle del bacino di Dunkerque, potendo questa macchina, già impiegata nelle conche d' Ostenda e di Bouziogue, divenir utile in molti altri casi.

Le spalle che comprendevano gli acquidotti di cui parliamo avevano 27 piedi d'altezza sopra la platea su cui l'acqua nelle alte maree s'innalzava 18 ai 19 piedi, il che costrinse a dare 20 piedi di altezza alle paratoje dei pertugi, acciò l'acqua che sostenevano non passasse pel di sopra, benchè gli acquidotti non avessero che piedi 5 e mezzo di altezza sotto la chiave della vôlta; ma l'acqua nondimeno risaliva lungo gl'incastri al suo livello, cosicchè queste paratoje che avevano 3 piedi e 4 pollici di larghezza provavano una spinta di circa 37800 libbre, come vedrassi.

Supponendo che la paratoja porti soltanto 18 piedi di altezza d'acqua per 3 piedi e 4 pollici di larghezza, la superficie del carico sarà di 60 piedi quadrati, che moltiplicati per 9 piedi, metà dell'altezza, darà 540 piedi cubici d'acqua, che a 70 libbre, per ciascheduno ne risultano 37800 libbre per la spinta orizzontale dell'acqua contro gl'incastri, i quali essendo di pietra producono un attrito la cui resistenza essendo almeno eguale alla metà del peso, e non al terzo come abbiamo stimato riguardo ai corpi levigati, la sola resistenza posseduta dall'attrito era circa 18900 libbre, a cui aggiugnendo il peso della paratoja che io valuto 1100 libbre, vedesi che per innalzarla occorreva una forza di 20000 libbre, che non si sarebbe potuto esercitare senza il soccorso della vite che èra l'organo principale della macchina di cui si tratta.

379. Costruendo le spalle, quando si giunse ad un'altezza di 6 piedi sotto la loro cresta, s'inchiavarono nei corpi della murazione 4 tiranti di ferro E nel luogo ove si è praticato l'incastro pel passaggio della paratoja, due da una parte e due dall'altra, e tutti e quattro posti ad eguale distanza, occupando gli angoli di un quadrato di 3 piedi di lato, come vedesi marcato su la tavola 28, con la stessa lettera E.

Ciascuno di questi tiranti aveva all'estremità inferiore un occhio onde poterne infilar due con una chiave di ferro O P lunga 8 piedi e di 3 pollici in quadratura situata paralellamente alla paratoja. Queste chiavi erano incrociate anche nel mezzo con un'altra barra od áncora di ferro H per meglio ritenerle nella muratura. Le áncore poi, lunghe 7 piedi circa per 3 pollici in quadrato, erano terminate a forchetta nell'altra estremità, per l'uso che ora vedremo.

La murazione delle spalle essendo terminata si posarono quattro massi di legno di forma cubica marcati L nel profilo e nella pianta con altrettanti quadrati punteggiati fra i quali si trovano le áncore E. Questi massi che avevano 18 pollici di lato e la loro faccia superiore bene appianata e livellata, servivano a sostenere l'incassatura N T V Q composta di quattro pezzi marcati S nella pianta e nel profilo legàti insieme a maschio e femmina con cavicchie, in modo da poter essere disuniti quando si vuole, e fortificati d'altronde nelle loro giunture N T V Q con ferramenta posticcie.

Nella grossezza di 16 pollici che aveva la scatola X Y era praticato intorno alla lunetta un incastro circolare che abbracciava il dado C della vite, affinchè poggiasse sul registro R largo 10 pollici per 8 di spessore, il resto incassato come dimostra il profilo osservando che ciascun pezzo della scatola era attraversato da una cavicchia D legata con la forchetta I mediante due chiavette per la solidità della macchina, che era coperta da un capitello F fatto a cupola di lamina di ferro o di tavole. Si distingue facilmente che la paratoja si maneggiava facendo girare il dado C con le

leve A B, la qual paratoja è rappresentata in faccia ed in profilo nella figura 5 sopra una scala minore di quella della figura 6, che fu ripetuta per renderla intelligibile.

380. Volendo ora conoscere quale doveva essere preso a poco la forza applicata alle leve AB, supporremo ciascuna di esse lunga 8 piedi, partendo dal centro della vite, il cui cilindro avendo 10 pollici di diametro, potevansi fare i passi di due pollici.

Secondo la proprietà di questa macchina, il peso sta alla forza, reciprocamente come il cammino ch' essa fa ad ogni rivoluzione sta a quello del peso nello stesso tempo; ora valutando la circonferenza del diametro A B di 44 piedi o 528 pollici, ed il passo della vite di 2; questo rapporto sarà come 528 a 2 o come 264 ad 1; il che dimostra che la potenza è la 264.ª parte del peso, ovvero 75 libbre circa, che si può valutare 100 libbre a motivo dell'attrito della macchina. Avendo veduto nella prima parte di quest' opera, art. 120, che la forza media di un uomo che spinge o che tira è valutata 25 libbre, ne segue che ne occorrevano quattro per innalzare la paratoja allorchè era caricata di 18 piedi d' acqua; e ciò è conforme a quanto abbiamo più volte osservato in questa chiusa prima della sua demolizione.

381. Questa digressione non ispiacerà forse a coloro che s' istruiscono da ogni cosa, e perciò ho preso l' occasione di mescolare la prima parte di quest' opera con la seconda, onde uscire un momento dall' aridità dei soggetti di questo capitolo, che io continuerò spiegando la tavola 29 che comprende alcuna delle porte del grande passaggio della chiusa di Mardick.

La prima imposta apparteneva ad una delle porte verso terra di cui non abbiamo presentato che lo scheletro onde meglio distinguerne l'armatura espressa dalla parte del rivestimento, e perciò vi si vedono le battute K a cui deve terminare. Essa aveva 20 piedi d' altezza e 6 pollici, dalla faccia superiore della prima traversa fino al di sopra della seata, e 27 piedi e 3 pollici di larghezza compresi i due battenti. I rivestimenti non erano già di un pezzo dalla base alla cima, ma erano interrotti dalla traversa A D, alla cui superficie giugnevano, come si distingue chiaramente nella seconda imposta che apparteneva alle porte di mare, alte 2 piedi più delle precedenti, e con 7 traverse invece di 6 onde l' alta marea non li superasse. Il di sotto dell' ultima traversa Æ era elevato 6 pollici sopra la platea e ne aveva 9 di curvatura come dimostra la sua pianta. I fusi ed i battenti B, C erano ciascuno di 18 a 20 pollici di grossezza. La traversa superiore A B aveva 24 pollici per 20 onde meglio sostenere i colpi delle ondate dell' alta marea, e servire di ponte al custode della chiusa; perciò non erano arcuate che di fuori onde procurare ad esse maggiore spazio. Le cinque altre avevano 18 a 21 pollici con doppio maschio alle estremità, ciascuno di 9 pollici di lunghezza e 3 di grossezza abbraccianti la linguetta che separava le due piaghe adjacenti, come vedesi rappresentato nell'elevazione della faccia di uno dei battenti ov' erano trattenuti da tre perni.

I diagonali D ed i seguenti avevano 11 ai 14 pollici di grossezza, commessi con un doppio rinforzo da una parte ed un' inforcatura dall' altra, come si distingue nella pianta della quinta traversa; i loro maschi erano lunghi 6 pollici e grossi 2 inchiodati con due cavicchie.

Delle tre file di aste E, quella del mezzo che si prolungava dalla traversa superiore fino a quella di sotto, perchè corrisponde alla girella d' appoggio *d*, era grossa di 12 a 14 pollici e le altre due di 11 a 12 soltanto, distanti 3 piedi dalla precedente che era la larghezza dei due portelli L praticati sopra la penultima traversa, per le ragioni riferite nell' art. 376.

La testa dei perni di ferro che legavano i maschi delle traverse, i diagonali ed i battenti era incassata per 2 pollici nel legname; il vuoto poscia turato con una cavicchia di legno immersa nel catrame liquido per impedire ogni passaggio all' acqua.

382. Si osserverà che i contraffissi o primi diagonali G erano collocati a 4 pollici sopra le traverse per tema d' indebolire le piaghe vicine. Per evitare questo inconveniente si può fare come faceva Clement, incastrare ciascun contraffisso nelle intaccature fatte nella faccia del fuso e in quella delle traverse corrispondenti al rivestimento; di ciò potrassi giudicare considerando la figura 4, tavola 33, che rappresenta in grande un contraffisso, la cui superficie R O Q è veduta come fosse nell' imposta, immaginando che le parti N O, O P sieno allogate nello spessore del ritto e della traversa sul rovescio dello scheletro di cui parliamo, in cui si suppone applicato il rivestimento, al contrario di quanto testè si è detto. Per maggiore intelligenza bisogna riguardare la figura 4 come un pezzo di legno grosso 11 pollici tagliato in guisa da formare la base N X O Y P Q R ed i tre rilievi S, T, G, di 7 pollici sopra il fondo Z rimasto di 4 pollici di spessore, e le linguette S T pure di 4, che fanno le veci dei maschi. Volendo collocare questo pezzo si taglia il fuso e la traversa in modo da potervi incastrare il rilievo che i rettangoli N O P, e la linguetta S T hanno al di sopra della loro base; in guisa che il contraffisso essendo posato, questa base si livelli con la superficie della battuta del rivestimento acciò ne possa essere ricoperto ed imprigionato indipendentemente dalle cavicchie che si adoperano per attaccarlo.

383. Si osserverà di sfuggita che le figure 6 e 7 della stessa tavola rappresentano in grande due modi diversi di commettere le traverse coi battenti; la prima è conforme a quella che si fa con un doppio maschio, e nella seconda non ve n'ha che uno supposto piu grosso degli altri con un doppio rinforzo il cui scopo è quello d'indebolir meno i fusi ed i battitoj. Si sceglierà quella delle due che più piacerà, ma io preferisco l'ultima. Riguardo alla terza figura, essa comprende in grande la faccia del battente, facendo vedere le piaghe, le linguette ed i rinforzi corrispondenti alle fig. 6 e 7 relativamente alle lettere E ed F, con una paratoja A sospesa all' asta dentata B del martinetto C, nel caso in cui si supponga chiuso lo sportello praticato in D sopra la traversa inferiore.

I rivestimenti si fanno di legno di quercia in tavole larghe 14 pollici; quelle delle porte di cui parliamo erano grosse pollici 2 e mezzo posate secondo la linea dei diagonali, di cui in parte fanno le veci, almeno quelli che corrispondono al fuso; attaccati con 8 chiodi su ciascuna traversa, e le loro estremità con tre soltanto contro la battuta ch' essi incontrano come indica il disegno. I chiodi per tale uso hanno 8 pollici di lunghezza ed 8 linee di quadratura pesanti circa una libbra; nei rivestimenti più deboli si diminuiscono in proporzione.

Nelle grandi chiuse ciascuna fila di rivestimento è composta di due

pezzi separati dalla traversa corrispondente verso il mezzo, a cui perciò si dà la stessa riquadratura di quella di sotto, onde poter praticare le incavature necessarie, come vedesi nella tavola 29.

Le loro commessure si calafattano con due stoppe bene catramate al di sopra, si scaldano poscia con fasci di paglia per calafattarne le commessure e coprirle interamente di pece calda, dopo di che si impecia tutto il legname.

È essenziale osservare che gli sbiechi dei battenti non debbono essere compiuti se non dopo che i portoni saranno messi a sito, onde le loro faccie combacino esattamente uno contro l'altro; si vede quindi quanta circospezione si debba usare per non smentarli troppo.

384. Per continuare ciò che ne rimane a dire sull'armatura delle porte della chiusa di Mardick: si erano praticati due portelli in ciascuna imposta sopra la penultima traversa onde facilitare lo scolo delle acque di campagna raccolte dal canale, e sollevare le porte dell'enorme carico che senza ciò avrebbero sostenuto. Queste porte erano chiose da portelli larghi 3 piedi per 20 pollici di altezza; assai più facili da maneggiare che non facendo un pertugio equivalente a tutti e due. Ciascuno era formato di due rivestimenti grossi 15 linee, componenti insieme pollici 2 e mezzo; l'uno posato orizzontalmente e l'altro verticalmente, uniti insieme da due chiodi piantati assai dappresso, il che evidentemente si è stimato migliore che un solo rivestimento dello stesso spessore; per conseguenza più difficile da maneggiare. D'altronde questi portelli erano attaccati ad una forchetta unita alle aste dentate dei martinetti E come spiegheremo nella seconda sezione, dettagliando ciò che spetta alle ferramenta delle porte.

385. L'incavatura per contenere i ventagli si prende talvolta da una parte nello spessore del battente e dall'altra in quella del rivestimento dei portoni presso a poco metà per metà. Cioè se questo rivestimento ha 30 linee di spessore, 14 per 15 si danno allo spessore dei ventagli onde avere una linea d'azione, o più comunemente si formano gl'incastri con aste di legno o barre di ferro come è indicato nella figura, il che è ancor meglio per rendere l'attrito più dolce.

Nei telaj P che sono al di sopra degli sportelli L, si fanno delle incavature profonde circa 2 linee più dello spessore del rivestimento che deve riempirli, acciò non produca verun ostacolo all'azione dei portelli, oppure si applicano queste specchiature sul rovescio delle porte, cioè dalla parte opposta.

Nella traversa superiore AB era un parapetto I che serviva al custode quando andava a maneggiare i martinetti, e per maggior sicurezza dalla parte opposta vi era una fune tesa X da un palo all'altro.

Siccome la piattaforma delle spalle e della pila che separava i due passaggi della chiusa era di 3 o 4 piedi più elevata della traversa superiore AB onde inchiavare nella muratura i tiranti dei collari, si era attaccata su questa traversa ed ai fusi una picciola scala L ad uso del custode, come si pratica sempre in simili casi.

380. Mi scordava di dire che per la ricopertura delle porte vi sono degli ingegneri che impiegano in quelle delle grandi chiuse due rivestimenti invece di uno; il primo di un pollice e mezzo o due pollici di spessore,

formato come poc' anzi; il secondo di un pollice soltanto applicato sopra le commessure dopo avere steso sul primo uno strato d'erica dello stesso spessore. Questo metodo mi sembra ottimo e non può a meno di rendere le porte più impermeabili che non lo sono, ricoprendole di un solo rivestimento, le cui commessure col tempo debbono aprir delle vie all' acqua malgrado la cura presa di calafattarle.

Ora non dico nulla di quanto appartiene alle porte giranti, avendone trattato con tutta l'estensione nel libro seguente, ove si parla anche molto di questa specie di porte: un tale dettaglio avrebbe di troppo impinguato questo Capitolo che lo è già abbastanza per sè stesso.

Sezione II.

Delle ferramenta applicate alle porte delle chiuse.

La forza ed il numero dei pezzi delle ferramenta che s'impiegano nelle porte delle chiuse, debbono proporzionarsi alla grandezza delle imposte, e per conseguenza alla grossezza del legname il che è naturalissimo.

387. Le principali ferramenta delle porte delle picciole chiuse si riducono a due staffe *a b*, tavola 28, fig. 4, che servono a legare il fuso colle traverse superiore od inferiore del telajo ch'esse abbracciano da due parti, dando ad esse la forma conveniente a questo fuso in cui debbono essere incastrate, come pure nelle traverse agguagliandone la superficie senza nessun rilievo che possa cagionare il minimo ostacolo al gioco di queste porte. Tali staffe ed il legno sono traforati in modo da essere attraversate da 5 o 6 cavicchie ben ribattute o serrate con animelle e chiavette.

Si lega talvolta con una staffa *c d* il battente con la traversa superiore o s' impiegano più volontieri in ciascuna faccia di questa parte delle squadre di ferro *e f g*, con le opposte legate insieme dalle stesse cavicchie e situate in modo che tale traversa non sia impedita dall' applicarsi esattamente contro la soglia.

388. Quando le porte appartengono a chiuse che sostengono una grande altezza d' acqua, si aggiugne una terza staffa per legare il fuso anche colla traversa di mezzo, e se le imposte hanno molta larghezza, s' impiegano due staffe invece di una nella traversa superiore; poichè questo è il punto del legname delle porte in cui l' azione del loro peso fa uno sforzo più grande, che tende a rompere l' unione di questa traversa collo stesso fuso. Per rendere vieppiù indissolubile tale unione si attacca all'imposta istessa una squadra di ferro *n o p*, tavola 29, che il disegno indica soltanto con linee punteggiate, perocchè il tallone *n o* di questa squadra è incastrato in una incavatura fatta nel fuso immediatamente sotto il collare e la coda *o p* nella faccia superiore della traversa che questa squadra sostiene solidamente più di ogni altra armatura, purchè vi si dia una forza proporzionata alla sua destinazione.

389. Per legare la prima traversa e quella del mezzo col battente si usano anche doppie squadre di ferro *c d e f* ed una squadra *g h i* per la

traversa inferiore incassata nel legno per tutta la loro grossezza. Ben inteso che le stesse ferramenta sono ripetute sul rovescio delle imposte ed esattameute figurate come sembrano qui onde poter essere legate da cavicchie comuni ad entrambi.

Devesi osservare che stabilita la larghezza e la grossezza che convengono alle ferramenta precedenti, avuto riguardo alla grandezza delle imposte, queste due dimensioni rimangono costanti per tutti i pezzi delle stesse ferramenta che non differiscono più che nella forma che debbono avere secondo il loro scopo.

Le estremità dei due ritti si cerchiano con viere di ferro *m*, come indicano i disegni di cui parliamo; precauzione necessaria per impedire che questi pezzi si fendano.

390. Volendo stabilire una regola generale che si possa applicare alle ferramenta piane delle porte di ogni grandezza, credo che la più conveniente sia quella di dare per lunghezza a ciascun braccio delle staffe il terzo della larghezza delle imposte compresa la parte ad angolo; quindi tutta la staffa sarà formata di una fascia di ferro, la cui lunghezza avrà i due terzi della larghezza dell' imposta, per conseguenza se fosse lunga 15 piedi, questa fascia ne avrebbe dieci.

Per le porte vorrei che l'asta *de* fosse pure eguale al terzo della larghezza dell' imposta, e la croce *ef* metà dell' asta stessa, il che si ridurrà al quarto per l'angolo *ch* delle squadre inferiori, in coi suppongo il braccio *c h* eguale a *c d*.

Nelle chiuse aventi dai 12 fino ai 18 piedi di larghezza, la forza delle ferramenta di cui parliamo sarà ben proporzionata dando ad esse pollici 3 e un quarto di larghezza per 4 linee di spessore.

Per le chiuse dai 19 ai 24 piedi bisognerà dare a tali ferramenta pollici 3 e mezzo di larghezza per 5 linee di spessore.

Nelle chiuse di 25 ai 30 piedi, si daranno alle ferrameuta pollici 3 e tre qnarti di larghezza per 6 linee di spessore.

Nelle chiuse dai 31 ai 36 piedi, si daranno alle ferramenta stesse 4 pollici di larghezza per 7 linee di spessore.

Nelle chiuse dai 37 ai 42 piedi di larghezza, le ferramenta saranno larghe pollici 4 e mezzo per 8 linee di spessore.

Finalmente nelle chiuse di 43 ai 48 piedi, queste ferramenta avranno 4 pollici e mezzo di larghezza per 9 linee di spessore. Tali erano quelle impiegate nelle imposte delle porte della chiusa del bacino di Dunkerque, ed in quelle del grande passaggio del canale di Mardick.

391. Siccome il progetto di una chiusa dev' essere accompagnato da una perizia ben dettagliata del costo di tutti i materiali messi in opera nella costruzione di essa, ecco un metodo di giudicare all' incirca del peso di tutte le ferramenta precedenti, tosto che si conoscerà che on pezzo di ferro ben battuto, ch' io chiamerò primo campione, di un piede di luughezza per 4 pollici di larghezza e 12 linee di spessore pesa 14 libbre. Ciò posto come un fatto sperimentato si richiamerà ou principio semplicissimo di geometria, cioè che la solidità, e per conseguenza il peso di due paralellepipedi omogenei che hanno dimensioni eguali, sono fra loro nella ragione composta delle loro dimensioni ioeguali. Quindi avendo un altro campione pure di on piede di lunghezza e di 4 pollici di larghezza per 7 linee

di spessore, che sono le dimensioni del ferro piatto conveniente alle ferramenta delle imposte per le chiuse dai 31 ai 36 piedi di apertura, succederà che il primo campione starà al secondo come 12 linee a 7. Facendo adunque una regola di proporzione si dirà: se 12 linee di spessore danno 14 libbre, peso del primo campione, quanto daranno 7 pel peso del secondo, e si troveranno libbre 8 e un sesto.

Se la larghezza del secondo campione fosse composta di pollici e di linee, come per esempio di 4 pollici e 3 linee, allora per facilitare il calcolo bisognerebbe ridurre i pollici in linee; moltiplicare la larghezza e lo spessore dell' altra e sostituire i prodotti in luogo dei numeri 12 e 7.

392. Supponendo che si tratti di una chiusa di 32 piedi ove la larghezza delle imposte è all' incirca 17 piedi, considero che essa abbiano da sostenere da 16 a 17 piedi di altezza d' acqua, non si potrà a meno d' impiegare quattro staffe per legare alle traverse il fuso; due di queste staffe nella prima per le ragioni da noi esposte, una per quelle di mezzo e la quarta per l' inferiore. Ora siccome le loro braccia debbono essere lunghe, compresa la parte ad angolo, il terzo della larghezza delle imposte, cioè 6 piedi, ciascuna staffa sarà di dodici, onde tutte e quattro ne daranno quarantotto.

Riguardo al battente, siccome per ciascuna parte di una imposta, bisognerà impiegare due forze alle traverse superiore e del mezzo, che ne formano 4 per le due faccie, ciascuna di 6 piedi di fusto per 3 di crociera, queste forze faranno insieme 36 piedi.

Finalmente siccome su ciascuna faccia della traversa inferiore occorre una squadra con uno dei bracci lungo 6 piedi e l' altro uno e mezzo, tutte e due daranno 15 piedi che sommati con quelli delle staffe e delle forze faranno in tutto 99 piedi, lunghezza totale delle ferramenta precedenti. Su la qual cosa giova osservare che ciascuno dei pezzi dovendo essere un poco più largo nel luogo ove sono traforati per ricevere le cavicchie, che nel restante della loro estensione onde supplire al debole che producono i fori, suppongo che ciascuno cagioni in tal luogo l' aumento di valore di un pollice lineare del campione che si mette in opera; per non trascurar nulla, bisogna adunque nel calcolo precedente aggiugnere tanti pollici quanti fori avranno tutte le ferramenta insieme, di cui giudicherassi dal numero delle cavicchie che converrà impiegare per attaccare questi pezzi, poichè il doppio dello stesso numero sarà quello dei fori.

393. Volendo attaccare solidamente queste ferramenta sembra che non si possano porre le caviglie ad una distanza maggiore di 15 pollici, le une dalle altre; con questo calcolo ne occorrerebbero almeno 4 per ciascuna staffa, 8 per un rinforzo e 6 alla squadra inferiore; il che dà 38 cavicchie e per consegnenza 78 fori che secondo ciò che si è detto debbono dare un aumento nelle ferramenta di altrettanti pollici, ovvero 6 piedi e 4 pollici, che aggiunti a 99, fanno 105 piedi e 4 pollici lineari i quali moltiplicati per libbre 8 e un sesto peso del campione di cui qui si suppone far uso, danno presso a poco libbre 859 e mezza, per le ferramenta piatte di una delle imposte di una chiusa avente 32 piedi di larghezza.

Le caviglie a testa che servono ad attaccare le staffe e le barre hanno un pollice di diametro per una lunghezza proporzionata alla grossezza dei legnami. Per giudicare del loro peso basta sapere che quand' esse hanno da

16 a 17 pollici di lunghezza, come quelle che occorrerebbero alle imposte di una chiusa larga 32 piedi, esse pesano circa 6 libbre, con le loro rose e chiavette; e siccome lo spessore dei legnami ch' esse attraverseranno in quest'esempio è di 13 pollici, si giudicherà presso a poco del peso degli altri più lunghi o più brevi, conoscendo lo spessore del legname in cui debbono essere impiegati facendo una proporzione. Se si trattasse di una chiusa larga 44 piedi, ove il telajo delle imposte dev' essere grosso 18 pollici e perciò le caviglie di 20 pollici circa; si dirà se 17 pollici danno 6 libbre pel peso di una cavicchia, quanto ne daranno 20; troverassi che il loro peso sarà di 7 libbre e 2 once circa colle loro rose e chiavette. Per la solidità dell' opera si osserverà di collocare queste caviglie in modo che la loro testa sia alternativamente una verso il rivestimento, l' altra verso il rovescio dell'imposta, sicchè si abbia sempre una testa ed un occhietto.

Col mezzo delle regole precedenti si avrà una grande facilità di giudicare la forza ed il peso delle ferramenta per le chiuse di ogni grandezza che con questo mezzo si troveranno assoggettate a queste proporzioni, mentre finora sono state regolate alla cieca al pari della grossezza dei pezzi di legname; dalla qual cosa si può argomentar l' imbarazzo di coloro che avevano da far lavorare.

394. Abbiamo detto che per legare solidamente la traversa superiore col fuso nelle imposte di molta larghezza, s' impiegava una squadra incastrata nei due pezzi: aggiugnerò qui che il maggior braccio di essa, cioè quello che si applica su la traversa deve essere lungo un terzo della larghezza delle imposte, e che il minore chiamato tallone deve essere un piede circa ossia uguale all'altezza del collare; finalmente che la larghezza di questa squadra deve farsi di 4 pollici e lo spessore dal tallone di 18 linee ridotte a 15 all' estremità del braccio lungo, affinchè l'angolo si trovi rinforzato, perchè questa è la parte che soffrirà di più. Allora una tale squadra peserà circa 350 libbre, come quelle del grande passaggio della chiusa di Mardick.

Credo che non vi sia bisogno di dire che la soperficie del tallone debba essere ad arco di cerchio per adattarlo alla forma del collare, il cui interno non si applica mai immediatamente sul collo nudo del fuso, perocchè l' attrito lo avrebbe logorato ben tosto; perciò s' incrosta questo collo di lamine d' acciajo posate rotondamente a tale distanza che il vuoto eguaglia il pieno, su la parte ove deve succedere l' attrito.

395. Prima di terminare ciò che appartiene ai pezzi di ferramenta che possono contribuire alla solidità delle porte delle chiuse bisogna risovvenirsi ciò che ho detto nell' art. 372, che sarebbe a desiderare che i fusi fossero soli aggravati del peso delle loro imposte, e che bisognava fare in guisa di trasmetterlo ai medesimi per quant' era possibile, acciò il peso di tutto ciò che poggia in falso non possa mai cagionare il minimo spostamento nell' armatura di legname, senza calcolare su l' appoggio delle rotelle. Dopo aver ben pensato al modo di ciò conseguire, nessuno mi parve più conveniente di quello di legare insieme la traversa inferiore col fuso mediante doppie staffe di ferro; poichè se si giugne a rendere immobile questa traversa si sarà certi che il sistema de' legnami si conserverà sempre nello stesso stato in cui era appena dopo essere stato commesso. Ecco adunque come parmi che si dovrebbe operare.

396. A due terzi circa della larghezza delle imposte, partendo dal ritto cardinale, vorrei abbracciare la traversa inferiore con una staffa di ferro o di ghisa larga 7 od 8 pollici marcata con *u*, Tav. 29, incassata nel legno, onde si agguagli con la superficie di esso: questa staffa dovrebbe avere due orecchie traforate immediatamente sopra la traversa: anche la sommità del ritto cardinale si avrebbe a legare con un' altra staffa *q*, presso a poco simile alla precedente, non differendo che per la sua posizione: le orecchia di tali staffe sono a congiungersi con tiranti di ferro *s t* applicati dalle due parti dell' imposta, da infilare con forti caviglie, non solo con le staffe, ma anche nel luogo *x* di ciascuna traversa, che allora avranno tanti nuovi punti d' appoggio quante sono le cavicchie, come mostra il disegno. È chiaro che questi tiranti debbono essere posati dopo i rivestimenti e quando le imposte abbiano ricevuto la forma che loro conviene; che se qui li ho applicati sopra un semplice telajo, l' ho fatto per renderli più visibili.

Tutti, io credo, converranno che dando a tali ferramenta una forza bastante, esse contribuiranno più di ogn' altra cosa alla solidità delle imposte; perciò basterà fare i tiranti con ferro di un campione simile a quello che s' impiegherà per le altre ferramenta piane, convenienti alla larghezza della chiusa di cui si tratterà.

Aggiugnerò che per fortificare la parte superiore del fuso, contro lo sforzo del carico che dovranno sostenere i tiranti, converrebbe prolungare il tallone del collare *n o p* fino alla sommità, di modo che la viera *m* lo copra, e dare 2 pollici di spessore a qoesto tallone invece di 18 linee; ma è meglio aocora sostenere ciascun' imposta con due collari invece di uno, il che si putrà fare collocando il secondo in Y sotto la traversa superiore, sopprimendo la controfaccia D. Così si fece nella grande chiusa dell' Havre de Grace, onde aver riguardo alla sterminata grandezza di quelle porte.

397. Per non ommetter nulla di quanto appartiene alle porte delle grandi chiuse mi resta a parlare dei loro aceessorj che si riducono 1.° Alle viere *m* di cui si muniscono le estremità dei fusi e dei battenti, pei quali si può impiegare del ferro dello stesso campione di quello delle ferramenta piatte.

2.° Ad un anello a braccio *l*, attaccato alla sommità del ritto battente di ciascun' imposta, che serva all' ajuto degli argani e delle funi nello aprire le porte.

3.° Ad un doppio uncino G attaccato su la traversa soperiore di coi si fa uso per trattenere all' alto fermato il portone nella sua incavatura, e per facilitare la manovra del chiuderle.

4.° Ad un altro uncino *g*, attaccato al ritto battente sopra la traversa di mezzo in cui si passa una catena di ferro per servir anche a mantener l' imposta nel suo incavo.

Nelle porte del maggior passaggio della chiusa di Mardick vi erano inoltre due anelli *h* attaccati verso il di sotto dello stesso battente per passarvi una fune onde poter serrare in caso di bisogno le due imposte una contro l' altra, o non lasciarle aperte che alla distanza che si vorrebbe. Finalmente si era anche attaccato alla traversa superiora un pezzo H, come se ne vede nei vascelli destinati a legarvi una gomena, onde sostenere le imposte quando si tengono chiuse contro le ondate dell' alta marea.

398. Noi abbiamo detto (301) che si sollevavano con rotelle i pesi delle porte che erano molto larghe, ma sarebbe a desiderare che se ne potesse fare a meno, perocchè quando sono tirati per la sommità onde manovrarle, l'appoggio delle rotelle li fa storcere. Per conseguenza quelli che operano con riflessione non impiegano le rotelle se non per precauzione, e lasciano circa 3 linee d'intervallo fra loro e la guida onde non le tocchino se non quando le imposte si abbassano per vetustà e cercano da sè un appoggio. Che se si fa uso dei tiranti nel modo da me spiegato all'articolo 395, sono persuaso che le rotelle diverranno affatto inutili; allora la spesa dei quadranti circolari che ad esse servono di guida, sarà più che equivalente a quelle dello spediente da me suggerito, ciò non pertanto dettaglierò egualmente tutto ciò che si riferisce alle rotelle.

399. Immediatamente sotto il ritto dei portelli, quello cioè che li separa quando ve ne sono due, come nelle imposte della tavola 29, si attaccano in *d* due staffe che abbracciano la traversa inferiore onde sostenere l'asse della rotella, come dimostra la figura 12, tavola 30. Esse si fanno della miglior ghisa; il loro diametro si regola su lo spazio praticato fra la platea ed il di sotto della traversa inferiore che noi supponiamo di 6 pollici. Se si sottraggono 3 linee pel loro intervallo sopra la guida ed altrettante sotto la traversa, il diametro sarà allora di pollici 5 e mezzo.

Quando si facevano le rotelle cilindriche si dava loro uno spessore eguale alla metà del diametro, ma ora si preferiscono le sferiche, perocchè girano più facilmente a sfuggono meglio agli ostacoli che possono incontrare per via; di tal forma si sono impiegate nella grande chiusa di Cherburgo, ove il loro peso era di 15 in 16 libbre.

400. I quadranti circolari che servono di guida alle rotelle debbono essere piuttosto di ghisa che di ferro perchè la ruggine fa deperire questi ultimi. Si dà ad essi 4 pollici di larghezza per uno di spessore, avendo per raggio l'intervallo che si trova fra il centro dei perni e quello della rotella, di modo che questo raggio termini nel mezzo della larghezza della guida. Essa si forma di varj pezzi che si congiungono a perfetto livello avendo alla loro estremità delle intaccature a squadra per sovrapporsi reciprocamente a metà grossezza, e per fermarli solidamente hanno ad intervalli delle orecchie che si attaccano con piegatelli quando la platea è di legname, come indica la figura 10 della tavola 30; ma se è di pietra vi si fissano in piombo dei dadi ad una conveniente profondità per ricevere le viti che in tal caso attraversano le orecchie.

401. Il pezzo più considerevole che si può anche comprendere nel numero dei pezzi accessorj è il martinetto che serve ad innalzare le paratoje dei portelli; questo martinetto si fa simile in quanto al suo meccanismo a quello che adoperano i carrettieri per innalzare le vetture; quelli che furono impiegati nelle imposte della chiusa di Mardick erano più complicati perocchè i rocchetti avevano 7 denti mentre gli altri non ne hanno che 3 o 4, il che giudicherassi considerando la figura 3, tavola 30, che comprende gli sviluppi di questo martinetto di cui ecco la spiegazione col calcolo del suo effetto.

Questo martinetto si compone di una manovella di 8 pollici di gomito avente nel suo asse un rocchetto di 9 linee di raggio, dal centro fino al punto di contatto dei denti della ruota con cui s'ingrana e che ha

3 pollici di raggio. L'asse di questa ruota comprende un altro rocchetto di 14 linee di raggio dal centro fino al punto di contatto dei denti dell'asta, che ha 2 pollici e 9 linee di larghezza per un pollice di spessore. Quella della ruota è di 9 linee. In quanto alla lunghezza dei rocchetti essa è arbitraria, purchè il loro ingranaggio avvenga su tutto lo spessore dei denti ch'essi toccano. Tutti questi pezzi sono rinchiusi in una cassa di ferro di 8 pollici in quadratura per 3 di profondità.

402. Per conoscere quanto sarà avvantaggiata la forza applicata alla manovella col soccorso di questo martinetto, bisogna, secondo ciò che si è insegnato negli articoli 74, 75, della Prima Parte di quest' opera, moltiplicare 96 linee, gomito della manovella, per 36 raggio della ruota, il prodotto darà 3456 pel primo termine della proporzione che bisogna stabilire. Così si moltiplicheranno 9 linee, raggio del primo rocchetto, per 14 raggio del secondo, il prodotto sarà 126 pel secondo termine di questa stessa proporzione. Volendo dunque sapere qual è il peso effettivo che la forza dovrà innalzare, fa duopo risovvenirsi (384) che i portelli applicati agli spiragli della chiusa di Mardick avevano 3 piedi di larghezza, per 21 pollici di altezza, il che dà 5 piedi e 3 pollici di superficie, cui bisogna moltiplicare per 15 piedi, altezza della colonna d'acqua presa dal centro degli stessi portelli fino al livello della più alta marea, e si troverà il prodotto di circa 7 piedi cubici che moltiplicati per 70 libbre, peso di un piede cubico d'acqua, dà 5460 libbre per la spinta contro gl'incastri il cui attrito valutato soltanto il terzo della pressione sarà di 1820 libbre, a cui bisogna aggiugnerne 400 pel peso della paratoja colle sue ferramenta, secondo la stima da me fattane, onde il tutto dà 2220 libbre.

403. Volendo ora conoscere quale esser debba la forza, si dirà come 3456, prodotto dei raggi delle ruote, sta a 126 prodotto dei raggi dei rocchetti, così 2220 libbre, resistenza totale, sta alla forza occorrente per innalzarlo: si troverà di 80 libbre circa, forza che si può attribuire a due uomini che agiscono per poco tempo.

Se la manovella avesse avuto 12 pollici invece di 8, la forza si sarebbe trovata assai più alleggerita, poichè si sarebbe ridotta a 60 libbre; su la qual cosa devesi osservare ch'essa avrebbe anche provato uno sforzo maggiore per innalzare la paratoja se le porte fossero state su l'ultima traversa, perocchè la colonna d'acqua trovandosi più alta avrebbe prodotto una spinta maggiore.

Aggiugnerò che questo martinetto indicato dalla lettera E, su la tavola 29, è sostenuto da un pezzo di ferro attaccato alla traversa superiore, che l'asta dentata è sostenuta in una banda arcuata RF per conservarla verticale, che quest'asta è accomodata colla forchetta di un'altra asta diretta da due piegatelli, e che l'altra estremità è pure uncinata per attaccare l'anello che serve a sospendere la paratoja onde poter separare questi due pezzi quando lo esige la necessità.

Sezione III.

Dei perni, delle ralle e dei collari delle porte.

404. La parte inferiore del fuso entra in un pezzo di ghisa la cui forma esterna non si può paragonare meglio che a quella di un mortajo. Questo pezzo, da noi chiamato perno, agisce in una ralla pure di ghisa a foggia di scodella.

Considerando la figura 1, tavola 30, vi si vedrà un profilo del perno situato nella propria ralla, e la seconda esprime la pianta con due orecchie orizzontali A rappresentata nel profilo con la stessa lettera. Siccome questa ralla s'incassa nella soglia, le orecchie servono a mantenerla sempre nella stessa situazione e ad impedire che non vi si comunichi il moto del perno. La sua figura esterna è presso a poco cilindrica: almeno tali furono impiegate nella grande chiusa di Cherburgo; perocchè in quelle del gran bacino di Dunkerque e del canale di Mardick, erano alquanto coniche per incassarla più agevolmente nei legnami.

Per attaccare il perno al fuso vi si fanno quattro orecchie verticali D situate a distanza eguale intorno al perimetro dell'orlo superiore, come se ne può giudicare dalla pianta, figura 4. Queste orecchie s'incassano nel fuso in cui sono attaccate con viti a testa incassata, oppure si abbracciano col cerchio G posto inferiormente al battente e fermato con le stesse viti.

Siccome bisogna impedire che il perno giri nel fuso, si fa il primo ottangolare incontrando il secondo pure ad ottagono, come dimostra la sua pianta. E per addolcire il moto del perno se ne fa la base convessa ed il fondo della ralla rigonfiato.

405. Nondimeno, siccome l'attrito in generale secondo l'articolo 219, della Prima parte, non è proporzionato all'estensione delle superficie che si toccano; ma bensì al peso che sostiene la base; questa forma che seduce al primo sguardo non ha tutto il vantaggio che si crede, perchè quanto minore appoggio avrà il perno, tanto più presto logorerassi nel luogo che sfrega; ora siccome non si può dare alla ghisa la densità propria dell'acciajo, non v'è miglior espediente per conservare la ralla ed il perno che quello d'incrostare sui luoghi di cui parliamo, due lastre d'acciajo E F.

406. Se si osservano le figure 2 e 3, tavola 31, vi si vedrà il profilo e la pianta di un altro perno posto nella sua ralla e in che modo corrisponde al fuso. Questi pezzi presi dalla chiusa di Mardick, non differiscono dai precedenti se non per avere la figura conica, e perchè il perno invece di avere le sue orecchie situate verticalmente, ne ha tre D, nell'interno che s'incastrano nel fuso come si può vedere nel profilo dalla corrispondenza della stessa lettera D; ma amerei meglio l'altra maniera, perocchè le orecchie di questo indeboliscono troppo il fuso per la grandezza delle tre intaccature che bisogna farvi.

Lascio libera la scelta fra queste due forme di ralle, quantunque io preferisca la seconda; dirò soltanto che nell'una e nell'altra la convessità del fondo e l'estremità del fuso debbono essere segmenti di sfera a cui bisogna dare di rilievo la dodicesima parte del diametro del cerchio che gli serve di base; cioè che *a b* dee essere il dodicesimo di *c d*, come *e f* il dodicesimo di *g h*.

Per istabilire anche una regola che convenga particolarmente ai perni ed alle ralle coniche, vorrei che il picciol cerchio *g h* del cono tronco avesse per diametro $\frac{11}{12}$ di quello del grande *l m* ad esso opposto, e che l'altezza o l'asse *n e* del perno fosse due terzi dello stesso diametro.

407. Volendo seguire costantemente il metodo finora tenuto, di riferire tutte le parti delle chiuse alla loro larghezza, onde abbiano fra loro delle giuste proporzioni, farò lo stesso per le dimensioni dei perni e delle ralle cominciando dal determinare il diametro dei perni relativamente alla grossezza dei ritti od alla grandezza delle porte. Combinata questa nozione alle precedenti, non resterà più che a regolare lo spessore da dare al metallo.

Larghezza della chiusa.			Diametro del perno.	
Piedi	19 alli	24.	Pollici	8. ·
»	25	30.	»	8. 6
»	31	36.	»	9.
»	37	42.	»	9. 6
»	43	48.	»	10.

408. Tutti questi diametri in tal modo determinati al pari dell'altezza dei perni, che si farà sempre maggiore due terzi del suo diametro, io calcolo che il perno di 7 pollici e mezzo appartenente alle chiuse che chiamerò di *prima classe*, sarà di sufficiente solidità, dando al metallo 7 linee di spessore, indipendentemente dalla sua convessità alla base, ed 8 linee alla ralla pure indipendentemente del rilievo che deve avere nel fondo; allora il diametro maggiore del perno preso esteriormente sarà di 8 pollici ed 8 linee, ed il picciolo di 7 pollici, 11 linee e tre quarti se si fa conico; la cui dodicesima parte è presso a poco 8 linee che si daranno al rilievo della sua convessità; a cui aggiugnendo i due terzi del diametro grande, cioè 5 pollici ed 11 linee, si avranno 6 pollici e 7 linee per l'altezza *n f* od *n a* del perno.

Benchè i diametri interni della ralla conica debbano essere alquanto più grandi di quelli del perno per facilitarne l'azione, non vi supporrei nondimeno differenza veruna, lasciando all'abilità del fonditore il diminuire impercettibilmente la grossezza del perno od aumentare la capacità della ralla onde assoggettar l'uno all'altra; allora il maggior diametro esterno di quest'ultimo pezzo sarà di 10 pollici, poichè lo spessore del suo metallo deve essere di 8 linee, d'onde consegue quello del picciolo, come l'altezza di questa ralla.

409. Se si osserva di aumentare successivamente di 2 linee lo spessore del metallo per ciascun perno e ralla a misura che i diametri dei perni andranno aumentando di un mezzo pollice, vedrassi che pel perno più grosso di 10 pollici appartenente alla sesta classe od alle chiuse dai 43 ai 48

piedi di larghezza, lo spessore del metallo per il perno sarà di [illegible] linee, per conseguenza il suo diametro avrà 12 pollici e 10 linee; allora l'esterno della ralla sarà di 15 pollici e 10 linee, il che basta per avere il valore delle altre parti che appartengono a questi due pezzi, secondo ciò che si è veduto nell'esempio precedente. D'onde risulta che si avranno del pari le dimensioni dei perni e delle ralle appartenenti ai quattro ritti intermedj, su di che non mi trattengo punto per timore di annojare colla ripetizione delle stesse cose, poichè stabilite una volta le regole generali, ognuno può applicarle ai casi particolari.

410. Se non si volesse aumentare tutto ad un tratto di un mezzo pollice il diametro passando da un perno a quello che segue, per esempio da una chiusa di 30 piedi a quella di 36, onde costroirne una che ne avesse 33 di passaggio, allora si può prendere il diametro del perno medio aritmetico fra i due precedenti, cioè dagli 8 pollici e 9 linee, ed agire egualmente per la grossezza del metallo del perno e della ralla, il che ridurrassi ad aumentare di una linea soltanto quella che appartiene al più picciolo dei due perni. Si potranno anche prendere delle dimensioni medie quando si tratterà dei legnami e delle ferramenta delle chiuse intermedie a quelle la cui larghezza è determinata nella progressione in cui le abbiamo comprese.

411. Per poco vi si rifletta vedrassi che i sei perni di coi si tratta avendo le loro stesse dimensioni in progressione aritmetica saranno inferiormente ed al di fuori di figura simile facendo astrazione dalla convessità della loro base, per questa ragione le ralle saranno nello stesso caso.

Ciò posto è dimostrato che se questi perni fussero piani i loro pesi starebbero come i cubi dei loro diametri maggiori supponendoli conici; ma siccome sono incavati il loro rapporto non può essere espresso che dalle differenze dei cubi dei diametri esterni ed interni, il che si deve intendere pel rapporto delle ralle degli stessi perni poichè sono simili fra loro. Il che può servire in modo semplicissimo e molto comodo a determinare il peso di ciascun perno e della sua ralla tosto che si conoscerà quello che appartiene a questi due pezzi relativo ad una delle classi, in cui li abbiamo compresi; il che non ignoriamo perchè l'esperienza ci ha fatto conoscere che il peso del perno dei portoni della grande apertura della chiusa di Mardick, le cui dimensioni e la figura conica corrispondevano a quello che abbiamo posto nella stessa classe pesava 160 libbre e la sua ralla 600, che sono i due termini di cui ci serviremo nell'esempio seguente.

412. Il miglior metallo di cui si potrà far uso per le opere di ghisa impiegate nelle chiuse è quello che serve per fondere i cannoni; esso è composto di $\frac{11}{12}$ di rame rosso o rosetta di Svezia ed $\frac{1}{12}$ di stagno fino d'Inghilterra; cioè che ad 11 libbre di rame si aggiunge una libbra di stagno; tali erano i perni e le ralle a Dunkerque nel 1714.

Questo perno di 160 libbre, avendo il suo diametro maggiore ed interno di 10 pollici, e l'esterno di 12 pollici e 10 linee, il cubo del primo sarà di 1000 pollici e quello del secondo di 2113, la cui differenza è 1113 che si può prendere per l'espressione della solidità dello stesso perno, che diverrà uno dei termini della proporzione che ora stabiliremo onde trovare il peso di quel perno che si vorrà. Per esempio, vogliasi conoscere il peso del più picciolo dei precedenti, il cui diametro maggiore interno o quello del suo

perno è pollici 7 e mezzo, e l'esterno 8 pollici e 10 linee: bisogna fare il cubo di questi due diametri, il primo darà 422 ed il secondo 624, la cui differenza 202, esprimerà del pari la solidità di questo perno nella seguente analogia.

Come 1113 espressione della solidità del perno fondamentale, sta al suo peso di 160 libbre, così 202, espressione del secondo perno, sta al proprio peso, che si troverà circa 29 libbre.

413. Volendo pur conoscere il peso della ralla dello stesso perno si farà il cubo del suo diametro maggiore ed esterno di 10 pollici e 2 linee che dà 1050 e mezzo, da cui bisogna sottrarre il cubo del suo diametro interno di 8 pollici e 10 linee, che sappiamo essere 624; la differenza sarà 426 e mezzo per l'espressione di questa ralla; ma dovendo essere paragonata a quella che deve servire di regola, il cui diametro esterno è di 15 pollici e 10 linee, che dà pel suo cubo 3968, se ne sottrarrà del pari quello del diametro interno di 12 pollici e 10 linee da noi trovato 2113; la differenza sarà 1855 per l'espressione di questa stessa ralla. Si dirà adunque come 1855 sta a 6000 libbre peso effettivo di questa ralla, così 426 e mezzo, espressione dell'altra ralla, sta al suo peso effettivo che si troverà 138 libbre, il che s'accorda giustamente come il suo perno col valore degli stessi pezzi impiegati nel picciolo passaggio dell'antica chiusa di Gravelines, larga 16 piedi. Per tal modo appigliandomi ai migliori esempj delle più grandi e delle più picciole chiuse che sono state costrutte con successo, ho stabilito le dimensioni che mi parvero più convenienti ai pezzi di ghisa appartenenti alle chiuse intermedie; proseguirò a fare lo stesso per ciò che spetta ai collari delle porte.

Giova osservare che nel valore del perno e della ralla come sopra determinato, si trova compreso il peso del rilievo della convessità di questi pezzi e quello delle loro orecchie quantunque ne avessi prima fatta astrazione, perocchè è rinchiuso nei termini conosciuti su quali sono fondati i precedenti: è vero che non ho determinato la grandezza delle orecchie e che ho lasciato alla discrezione del fonditore che le farà di proporzionarle alla forza dei pezzi. Aggiugnerò soltanto che quando ho detto che quelle dei perni dovevano essere incassate nel ritto non ho preteso intendere in quella parte del legno che ne occupa il vuoto, ma bensì in quella immediatamente al di sopra, di cui si suppone che sia ricoperta la sua grossezza e che ne agguagli la superficie onde indebolire meno che sia possibile il di sotto del ritto.

Si dirà forse ch'io tratto le cose con soverchia ricercatezza, ma sembrerò più degno di scusa che di biasimo quando si consideri che ciò interessa la grossezza delle imposte in un punto essenziale e che d'altronde il mio scopo principale è di fare in guisa che quest'opera possa guidare fino nelle più picciole parti anche quelli che non avendo veduto nessuna chiusa volessero intraprendere di costruirne di perfette; al che giugneranno osservando accuratamente tutto ciò che loro insegno.

415. Mi resta a parlare dei collari di ghisa che servono a ritenere la sommità dei fusi che in questo luogo si tagliano di figura cilindrica per un'altezza che eccede alquanto la larghezza del collare. Siccome è ragionevole proporzionare la grossezza di questa parte che chiamerò *collo* alla grossezza del fuso e per conseguenza al peso delle porte, bisogna

farlo capace di tutta la resistenza di cui avrà bisogno; perciò non bisogna dare ad esso meno di 10 pollici di diametro, quando apparterrà alle porte delle chiuse che avranno dai 12 ai 18 piedi di larghezza.

Nelle chiuse dai 19 ai 24 piedi, diametro del collare di cui parliamo debb' essere di 11 pollici, e si farà questo diametro di 12 pollici per quelle che avranno dai 25 fino ai 30 piedi di ampiezza; osservando che se si trattasse di una chiusa di 27 o 28 piedi, si potrà, secondo l'osservazione precedente (416), prendere un diametro medio che sarà allora di 11 pollici e 6 linee, onde non passare bruscamente dall' inferiore al superiore.

Per le chiuse dai 31 ai 36 piedi di larghezza si daranno al collare delle porte 13 pollici di diametro, seguendo sempre la stessa progressione in cui la differenza dei termini è un pollice.

Alle imposte delle chiuse dai 37 fino ai 42 piedi di larghezza, il diametro del loro collare si farà di 14 pollici e 6 linee; e finalmente se ne daranno 16 a quello del collare delle chiuse dai 43 ai 48 piedi di larghezza.

Se ho aumentato di 6 linee la progressione precedente per questi due ultimi diametri, si è perchè suppongo che si farà uso dei tiranti di ferro da me proposti (395) per sostenere l'armatura delle imposte delle grandi chiuse contenute nel numero di quelle che avrebbero dai 37 ai 48 piedi di larghezza, nelle quali bisognerà perciò rendere la parte superiore del fuso più elevata delle altre, onde poterla abbracciare con la staffa a cui termineranno i tiranti; per conseguenza bisognerà procurare che abbiano col restante del fuso, un legamo così forte come lo esige il carico che dovranno sostenere; perocchè quantunque 6 linee di più per ciascuno dei diametri precedenti sembrino un piccolo oggetto, diviene considerevole quando si rifletta che funziona sui quadrati degli stessi diametri che esprimono il rapporto della quantità delle fibre del legno.

416. Il collare ad uso delle porte delle chiuse è un pezzo di ghisa di cui A B, tav. 30, fig. 13, rappresenta la base circolare, ed A C D B l'elevazione veduta di fronte; il suo raggio interno è lo stesso di quello del collo marcato qui da una circonferenza punteggiata, il cui collare non tocca che il terzo della superficie, il che è più che non occorre, poichè le imposte nel loro moto non descrivono un intero quadrante circolare. Le orecchie E A, F B, hanno ciascuna per lunghezza il raggio del collo donde segue che la superficie del collare essendo avviluppata si trova presso a poco doppia del suo diametro. Lo spessore di tali orecchie va aumentando dai punti E ed F fino alle estremità A, B, onde dar luogo alla legatura della cerniera, nome della parte G O, tavola 31, figura 1, altro pezzo di metallo che si accomoda col collare con doppj nodi attraversati da una caviglia d'acciajo.

La coda O H di questa cerniera è attaccata con due forti cavicchie S alla forchetta I L K che forma il primo braccio L M che ritiene il collare da quella parte, la quale è attaccata al braccio seguente N P, in maniera da lasciare un occhietto per infilarvi la chiave R appoggiata contro delle grosse pietre Q posate espressamente nel corpo della murazione delle spalle, come abbiamo detto nell' articolo 345, osservando che la direzione A P di ciascun tirante, si trovi tangente al collo.

417. Per proporzionare la forza dei collari alla grandezza delle imposte od alla larghezza delle chiuse non ho trovato regola più conveniente di quella di farne l'altezza H I eguale ai due terzi del diametro del collo, e

e da dargli per grossezza il sesto dello stesso diametro, così alle imposte ove il diametro del collo fosse di 12 pollici, il collare ne avrà 8 di altezza e 2 di spessore, che deve crescere per le orecchie al punto che i nodi A, B, abbiano questa stessa grossezza di metallo intorno alle cavicchie, il cui diametro deve essere la nona parte di quello del collo e quindi di 16 linee in quest' esempio.

Quanto alla lunghezza G H delle cerniere, Tav. 31, fig. 1, fa duopo che sia il triplo del raggio del collo, la larghezza della coda diminuendo per essere ridotta alla metà di quella del collare, conservandolo dello stesso spessore; cosicchè nel nostro esempio, il suo spessore all' estremità H sarà di 2 pollici e la sua larghezza di 4, onde potere senza indebolirlo di troppo praticare gli occhietti della cavicchia che debbono attraversarla: per tal modo il peso di ciascuna cerniera sarà presso a poco i tre quarti di quello del collare.

Per rendere il moto più dolce, conviene che il perimetro interno del collare abbia un poco di rilievo a guisa di cercine, affinchè l' attrito non succeda che verso il mezzo della sua larghezza; questa forma gli si può dare dopo la fusione diminuendo di un dodicesimo lo spessore de' suoi orli, cioè che avendo 24 linee nel mezzo, ai margini sia ridotta a 22. Si osserverà che per manovrare più comodamente il collare, quando si tratta di metterlo a sito, il fonditore deve farvi due manichi G situati alla sommità.

418. Le misure da noi determinate pei collari essendo le stesse parti aliquote dei loro diametri, è certo che formeranno solidi simili in tutte le chiuse di qualunque grandezza sieno, e per conseguenza saranno nella ragione dei cubi dei lati omologhi o come quelli dei diametri; d' onde segue che basterà conoscere il peso di un collare appartenente ad un dato collo per aver quello di qualunque altro si vorrà. Ora noi sappiamo che il diametro di quello della grande apertura della chiusa di Mardick aveva 16 pollici, e che i loro collari, che erano presso a poco nelle proporzioni da me prescritte, pesavano 520 libbre.

Ciò posto, volendo conoscere il peso del collare di un diametro di 12 pollici, dirassi come il cubo di 16, che è 4096 sta a 520, peso del collare dato; così il cubo di 12 che è 1728 sta al peso del collare che si cerca, il quale troverassi di 220 libbre, i tre quarti delle quali, cioè 165 libbre, daranno il peso di una delle sue cerniere e così delle altre.

419. Per dir pure qualche cosa della forza del ferro che si dovrà impiegare nei tiranti, essa sarà regolata benissimo dando alla grossezza delle braccia la stessa parte del diametro del collo, come allo spessore del collare; quindi seguendo sempre lo stesso esempio, il ferro sarà di 2 pollici in quadrato, il cui piede lineare pesa 15 libbre, il che basta per conoscere il peso del piede di quel pezzo che si vorrà, poichè ad eguale lunghezza i loro pesi staranno nella ragione dei quadrati della larghezza delle loro faccie.

Aggiugnerò che la lunghezza delle braccia non deve oltrepassare i 5 piedi, ond' avere occasione di moltiplicare le chiavi, alle quali si daranno 3 o 4 piedi di altezza, facendole di una grossezza eguale a quella dei tiranti, il cui numero di braccia, e per conseguenza di chiavi, dipenderà dallo spessore delle spalle.

420. Le più belle chiuse che si trovano nei Paesi Bassi, hanno i collari delle loro porte disposte con le cerniere e tiranti, come indica la

fig. 8, Tav. 30, e non servono che a sostenere il battente del perno contro il peso dell'imposta, il che può distogliere il loro asse dalla verticale per picciolo apostamento che vi succeda. È chiaro che, per prevenire questo inconveniente, gl'ingegneri che costrussero la grande chiusa di Cherburgo giudicarono più conveniente abbracciare tutto il collo con una specie di anello snodato composto di due pezzi A B C, A D C, Tav. 30, fig. 3, il primo de'quali simile al collare precedente è legato col pezzo A D C. Questo secondo pezzo riunisce le due cerniere A, C, per non formarne che un solo avente tre code D E che formano un piede d'oca, onde meglio incastrarsi nelle forchette H F I di altrettanti tiranti F G, di cui ho già fatto menzione all'art. 345. Il profilo di questa cerniera passando pel braccio di mezzo, dimostra che è inclinato 10 gradi sotto le due altre posate orizzontalmente, affinchè il tirante della precedente, avendo la stessa inclinazione, possa essere caricato da un più gran peso di murazione.

Questi tiranti hanno 3 pollici in quadrato per ciascheduno, e sono fermati con sei chiavi, tre verticali e tre altre orizzontali, come si è spiegato nel citato articolo.

Il diametro interno di questo collare è di 17 pollici, lo spessore del metallo di 3, e la sua larghezza di 8 pollici soltanto, che si sarebbe voluto farla di 12. Il peso di questi due pezzi insieme o di tutto il collare è di 1834 libbre, il che mi sembra troppo. Non esiterei nondimeno a preferirlo al primo, credendolo di un uso migliore per ogni rapporto. Se quelli che saranno in caso di servirsene pensano lo stesso, le regole precedenti, non saranno loro meno utili per determinarne le dimensioni secondo la larghezza delle chiuse, perocchè non vi sarà cangiamento che nell'unione delle cerniere; d'altronde coll'ajuto dei disegni e della scala che loro corrisponde potranno giudicare di ciò che taccio.

421. Occorre la massima attenzione per posar bene le ralle ed i collari, affinchè i centri di moto delle estremità del battitojo del perno sieno contenuti nella stessa verticale. Il partito più sicuro è di descrivere su la soglia la posizione che deve avere la ralla, e di non tagliare il legno per riceverla se non dopo le più scrupolose verificazioni riguardo ai puntoni ed alle traverse delle imposte che vi debbono toccare; inoltre convien fare che il margine superiore della ralla ecceda di un pollice e mezzo la superficie della soglia onde poterla in seguito ritirare se fosse necessario; a tale effetto il fonditore deve farvi tutt'all'intorno un cordone il cui sporto possa essere afferrato dalle molle. Supponendo adunque tutto disposto per riceverla s'intonaca il suo posto con pece e catrame, e si pianta battendola a mazzapicchio, osservando che sia posata perfettamente a livello.

Fatta questa prima operazione, ed innalzata la muratura delle spalle all'altezza a cui debbono porsi i tiranti, non occorre minor attenzione alla posizione delle cerniere onde non trovare nessuna difficoltà a legarle col collare in guisa che il centro del collo corrisponda a quello della ralla.

L'aggiustatezza del moto delle imposte dipendendo da tutte queste cure si vede quanto importi il non fidarsi degli operaj, non dovendo queste cose eseguirsi se non in presenza degl'ingegneri. Per maggior precisione conviene particolarmente lavorare il battitojo del perno onde assoggettarlo comodamente alla ralla, al collare ed alla sua battuta, e per non commetterlo col restante del legname se non dopo che sarà interamente com-

piuto, il che non si potrebbe fare con la stessa facilità collocando le porte per la difficoltà di maneggiar quello delle grandi chiuse. Siccome non ne ho veduto nessuna che a questo proposito non fosse difettosa, ho creduto dover insistere su ciò che può rendere circospetti coloro che sono incaricati di eseguire i lavori di cui parliamo.

422. Volendo compiere la spiegazione della tavola 30, prima di esaminarne di nuove, dettaglierò ciò che appartiene al perno ed alla ralla di ghisa per ciascuna metà del ponte girante, che serve ad attraversare le grandi chiuse, sviluppato nel seguente libro a cui naturalmente appartiene quest' articolo; ma siccome questa sezione è destinata a comprendere le opere di ghisa, ho voluto sbarazzarmi dei pezzi che ne sono composti.

La figura 5 rappresenta il profilo A B C D di questo perno fissato da un' asta di ferro L M di 4 pollici in quadrato e di 5 in 6 piedi di lunghezza, inchiavata verticalmente nel massiccio delle spalle con grosse pietre di taglio, e ritenuta anche con una croce di ferro di cui qui non si vede che un braccio N O, avente delle chiavi alle sue estremità come spiegheremo più particolarmente riportando ciò che fu eseguito nella chiusa di Cherburgo da cui si è preso questo perno. La figura 9 mostra la forma che si è dato alla sua base acciò da una parte possa essere infilata dall' asta L M in modo da contenerla immobilmente, e dall' altra onde fermarlo con 4 palme A D incastrate nella grossa pietra che attraversa l'asta. Così posato il perno si riempie il vuoto H che regna intorno al suo nucleo L, con piombo che si cola per un picciolo foro praticato alla sommità, onde non far più che un corpo solo.

Il suo diametro esterno è di 12 pollici e mezzo per 16 di altezza e 10 linee di spessore, che si riduce a due pollici alla sommità, ove si è inserito un pezzo di acciajo B C, per renderlo più durevole; il suo peso è di 336 libbre su la qual cosa giova osservare che questo perno deve essere riguardato come appartenente al ponte delle chiuse più larghe come di 40 ai 48 piedi; ma si può diminuirlo impiegandolo in altre più strette onde proporzionarlo alla forza del legno del ponte, il che si regolerà secondo ciò che fu insegnato relativamente ai perni ed alle ralle.

La callotta o ralla E F G che accompagna lo stesso perno, ha pure 18 linee di spessore; il che fa il suo diametro esterno di pollici 15 e mezzo; riguardo alla sua profondità, essa è di 15 pollici, e la sua esterna altezza di 18 onde averne 36 di spessore alla culatta che è la parte più soggetta a soffrire: perciò vi si è incastrata una lastra d'acciajo K, onde preservarla dall' attrito.

Questa ralla s'incastra nella trave maestra che forma una delle parti principali del ponte dopo averne intonacato il posto con pece e catrame. Per attaccarlo solidamente essa è munita inferiormente di 4 orecchie E G rappresentate dalla figura 6, che esprime questa ralla veduta interiormente; il suo peso è di 264 libbre.

Sezione IV.

In cui si descrivono gli argani antichi e moderni per uso delle chiuse.

In molti luoghi di quest' opera abbiamo fatto menzione degli argani di cui si faceva uso per manovrare le porte delle chiuse per mezzo di carruccole di rimando; ecco a quanto parmi il luogo di descriverli, onde non ometter nulla di ciò che spetta a questo Capitolo.

423. Le figure 4, 5 e 6, Tavola 31, comprendono gli sviluppi di uno degli argani che erano usati nella chiusa del bacino di Dunkerque; e siccome è simile a quello che s' impiega comunemente nei porti mediante un punto d' appoggio che è un palo od un anellone, non mi tratterrò a dettagliarne le parti, perocchè non hanno nulla che non si riconosca a colpo d' occhio, e di cui non si possano conoscere le dimensioni col soccorso della scala che loro appartiene. D'altronde il mio silenzio sopra un tale argano è fondato con tanta maggior ragione che ne descriverò uno meno imbarazzante e molto più comodo per la manovra delle chiuse, eseguito primieramente per quella di Mardick e perfezionato per quella di Cherburgo.

424. Le figure 1, 2 e 3, Tavola 29, comprendono la pianta, l'alzato ed il profilo di quest' argano, cui bisogna considerare nel senso delle lettere onde sono accompagnati, avendo voluto mettere a profitto lo spazio che rimaneva in questa Tavola, per non moltiplicarne il numero oltre certi limiti, il che sarebbe avvenuto se fossi stato meno economico nel disporre i tanti disegni onde quest' opera è piena.

Per intender bene il meccanismo di questa macchina si osserverà nella figura 3, che il cono tronco G H I, alto piedi 3 e mezzo, è un fuso di legno facente corpo con un pezzo di legname di 6 in 7 piedi, per 30 pollici circa di squadratura inchiavato nel corpo della murazione delle spalle nei luoghi convenienti alla posizione degli argani; il che per mancanza di posto non si è potuto esprimere nello stesso profilo, ove ci siamo contentati di non mostrarne che la parte superiore A D sporgente sopra il pianterreno come vedesi rappresentato dalla sua pianta A B C che comprende anche la base G I del fuso, che come ripeto non forma che un sol pezzo con la sua radice; l' una e l' altra essendo presa dallo stesso pezzo di legno lungo 9 in 10 piedi, una delle cui parti è foggiata in modo da formare fuso, che si fissa solidamente mediante ciò che resta per radicarlo. Volendo contenerlo meglio, si accompagna la radice con altri due pezzi E F, applicati contro le faccie opposte all' azione dell' argano, osservando che terminino a livello della base A B C D, ove sono comprese nello stesso piano.

Il diametro maggiore G I del fuso è di 10 pollici, ridotto a 5 al vertice H, ov' è coperto da una callotta d' acciajo rotondata per far le veci di perno alla gabbia K L M N, composta di due pezzi legati da cerchi di ferro L M, O P come dimostra la figura 3. Questo perno agisce in una ralla rovescia Z fatta di ghisa colla superficie esterna prismatica onde es-

sendo incastrato nel fondo della cassa questo pezzo sia costretto a seguirne il moto.

425. Siccome il giuoco della gabbia avrebbe logorato ben presto il fuso se l' attrito succedesse su tutta la sua superficie, si è trovato molto felicemente il mezzo d' impedire che si tocchino; perciò il fuso infila due cerchj di ferro Y rotondati esteriormente a guisa di astragalo, il cui sporto agisce senza contrasto in una gola della stessa forma praticata intorno ad un anello di ghisa diviso in due parti eguali incastrate nell'interno di ciascuna metà della gabbia, come è espresso dal più grande dei due anelli.

In quanto alle dimensioni della gabbia, sarà essa di una forza sufficiente riducendola a 6 pollici di grossezza intorno al fusto formante al basso una piattabanda KN con un diametro esterno di 24 pollici per 6 di altezza, tagliata in guisa da formare quattro riseghe ST, figura 1, il cui oggetto è di fissare l' argano nella posizione in cui si vuole che rimanga, malgrado lo sforzo che la forza opposta farebbe per la fune che vi ha avvolto. Perciò si attacca sopra uno dei due pezzi EF, che abbiamo detto contenere più solidamente la radice del fuso, un appoggio V di circa 6 pollici di squadratura, di cui il mezzo di una delle faccie è incavato ad arco di cerchio per contenere una delle estremità di un pezzo di legno X, che io chiamerò uncino, mentre l' altra collocata entro uno dei denti ST serve ad arrestare l' argano. Aggiugnerò che questo pezzo è fermato in *a* da una cavicchia intorno a cui può giocare liberamente.

Per manovrare quest' argano vedesi che la sua testa è traforata in Q ed R, onde poter essere infilato da due spranghe che s'incrociano, aventi 6 pollici di squadratura per 18 piedi di lunghezza, e diminuiscono di grossezza verso le estremità ove sono applicati gli uomini che girano l'argano, il cui braccio di leva si trova perciò lungo 9 piedi, che si riduce ad 8, riguardo alla posizione della forza.

426. La figura 11, Tavola 30, rappresenta un altro profilo dello stesso argano, come è stato eseguito nella chiusa di Cherburgo; vedesi che il fuso è traforato per ricevere un maschio di ferro avente nel più grosso 4 pollici in quadratura, inchiavato per 5 piedi nelle spalle in cui è contenuto da croci o chiavi le cui estremità terminano in forma di T, per meglio fermarle, come abbiamo detto nell' articolo 346. Mediante questo maschio la cui solidità è al coperto dell' aria, si può all' uopo rinnovare gli argani quando sono fuori di servizio senza guastare per nulla le spalle, poichè fanno le veci della radice di legno che serviva a fissare quello di Mardick; oltre ciò quest' argano non comprende nulla che non sia già da noi menzionato precedentemente.

I due anelli di ghisa impiegati a dirigere la cassa pesano insieme 25 libbre, e la ralla che è in fondo 14 a 15. Riguardo ai maschi ed alle chiavi di ferro, si giudicherà del loro peso secondo ciò che si dice all' art. 419.

Osservando il sistema di quest'ultimo argano sembra che si potrebbe renderlo ancor più semplice e più solido, poichè se impiegasi un maschio di ferro pel suo punto d' appoggio, perchè non farlo servire di fuso dandogli 6 pollici di diametro per la sua base ridotta a tre alla sommità, onde conservargli la figura conica? Allora essendo tutto di ferro basterà rotondarne l'estremità che deve formare il perno della ralla Z. D' altronde se s' incastra all' ingresso dell' interno della gabbia una scattola di ghisa munita

di due orecchie come nel mozzo delle ruote di vettura, l'interno sarà garantito dalla distruzione cagionata dall'attrito che non avrà luogo tra il ferro e la ghisa se non alle estremità del fuso; perciò si sopprimerà la calotta, i cerchi e gli anelli.

Ho veduto nei sostegni di Ostenda e di Businga un mezzo comodissimo di manovrare le porte delle loro chiuse che io applicai ad una traversa per sostenere le acque di un picciol fiume, e si troverà spiegato nel secondo volume. Si crederà forse che sarebbe stato meglio che il disegno dell'asta dentata di cui si parla fosse stato compreso in una delle tavole relative a questo Capitolo, che non a doverla rintracciare così lontano; ma siccome qui tale traversa sarebbe stata fuori di luogo, ho creduto meglio rimandare colà che ripetere le stesse cose.

427. Volendo dare un' idea del modo di aprire e di chiudere le porte di una grande chiusa coll'ajuto degli argani, ricorreremo alla Tavola 26, benchè non abbia che due porte di terra; ma ciò che diremo di queste potrà egualmente applicarsi a quelle di mare. Supporremo adunque quattro argani marcati *a*, *b*, *c*, *d*, due carrucole di rimando attaccate ad anelloni posati in *g* ed in *f*, e che alla sommità del ritto battente dell'imposta *ik*, siasi attaccata una corda *ia*, corrispondente all'argano *a*, che del pari siasi attaccata alla sommità del battente dell'imposta *nl* un'altra corda *nc* corrispondente all'argano *c*, la quale come anche la precedente serve ad attirare nella sua nicchia l'imposta corrispondente, facendo volgere l'argano il che è facile da immaginare.

Per chiuderli si attacca ad un anellone corrispondente verso il mezzo dell'altezza del battitojo appartenente all'imposta *ik*, una fune *hfd*, che passa su la carrucola di rimando *f*, e di là termina all'argano *d*, che messo in moto costringe quest'imposta ad uscire dal suo nicchio per appoggiarsi contro il puntone, mentre un'altra fune *mgb*, corrispondente alla carrucola *g* ed all'argano *b*, attira in egual modo l'imposta *nl*, il che si fa da una parte e dall'altra nel momento che il mare è presso ad abbassarsi onde mantenere galleggianti i vascelli che sono nel bacino, su la qual cosa giova osservare che quando la marea è alta e si apre la chiusa per far entrare od uscire l'acqua si allentano le funi precedenti svolgendole dagli argani *b*, *d*, in modo che il loro proprio peso li faccia discendere al fondo dell'acqua fino sopra la platea; allora esse non cagionano verun impedimento al passaggio libero dei vascelli. Perciò le carrucole di rimando *f*, *g*, sono attaccate al ciglio delle spalle ond'evitare l'attrito che s'incontrerebbe per parte della lastra di coronamento.

Con una manovra presso a poco simile si mettono a sito e si ripiegano i ponti giranti che si troveranno nel Secondo libro, con tutti i dettagli che ne possono facilitare l'esecuzione, non richiedendo questa parte minor esattezza delle precedenti. Mi pareva dapprima che fosse in ordine il trattarne immediatamente dopo questo Capitolo; ma avendo considerato che nelle chiuse che mi restano da descrivere vi si trovano diverse specie di ponti secondo l'uso, ho creduto più conveniente parlarne soltanto dopo avere prevenuto delle osservazioni cui potrebbero dar luogo, perciò, non mi trattengo ora a spiegare le figure 7 ed 8 della Tavola 31, che comprendono la pianta ed il profilo del ponte girante che serviva ad attraversare la chiusa del bacino di Dunkerque, proponendomi di ritornare su ciò qua do sarà tempo.

CAPO DECIMOQUARTO

MODELLO DI UNA PERIZIA PER LA COSTRUZIONE DELLE CHIUSE DI MARE.

Nel principio del *Sesto Libro della Scienza degl' Ingegneri*, ho esposto la necessità di saper formare le perizie relative alla natura dei lavori che si vogliono eseguire, nelle quali sieno espresse le qualità dei materiali col modo di metterli in opera; e finalmente le condizioni a cui deve essere assoggettato l'appaltatore per tutto ciò che può assicurare la solidità dell'opera, affine di stabilire un contratto con lui il quale, quando sia adempiuto e la misurazione sia fatta in regola, si possa esattamente conoscerne la spesa. La qual cosa un abile ingegnere saprà con poca differenza anche prima di cominciar l'opera, quando entrerà nel dettaglio del prezzo dei materiali e della quantità di ciascuna specie di essi che esigerà il suo progetto, come insegneremo in seguito.

Siccome io credo aver riferito nel luogo testè citato tutto ciò che essenzialmente si poteva dire su la forma delle perizie, per evitare le ripetizioni rimando a quell' opera; ma i modelli allora da me offerti, non riguardando che la costruzione degli edificj civili e militari esistenti nelle piazze di guerra e di natura ben diversa dalle chiuse, conviene riportare in quest' opera altri esempj di perizie applicabili ad esse, con tanta maggior ragione quanto la costruzione di esse è meno conosciuta.

Di tutte le perizie da me conosciute non ne ho trovato nessuna più bella e meglio dettagliata di quella del maresciallo di Vauban per la costruzione della chiusa del bacino di Dunkerque, descritta nella sezione seconda del Capitolo VII; d'altronde siccome ha servito di esempio a tutte quelle fatte dappoi, e vi si trova un sunto di quanto abbiamo insegnato di più essenziale nei Capitoli precedenti, di cui cito i luoghi che possono avervi maggior rapporto; così la do qui a preferenza di quella che avrei potuto formare espressamente, essendomi appagato di aggiugnervi alcuni articoli che mi sembrarono necessarj.

Siccome a misura che cangeranno specie i lavori che descriverò in seguito, andrò accompagnandoli delle relative perizie, questo metodo spargerà su ciascun soggetto i lumi necessarj per averne una perfetta intelligenza e mettere i giovani Ingegneri in istato di progettare e condurre i lavori più difficili nell'Architettura Idraulica, dando loro un soccorso che non ebbero punto finora; non essendo stata pubblicata nessuna di tali perizie benchè delle più essenziali; io li esorto adunque a leggerle attenta-

mente più volte insieme agli articoli a cui li rimando onde afferrarne lo spirito assicurandoli che gusteranno insensibilmente molte cose su cui avrebbero potuto leggermente sorpassare alla prima lettura.

Ognuno conviene che nulla è più difficile a formare di una buona perizia, e che pochi ne sono capaci mentre perciò è necessario avere una perfetta conoscenza di tutto ciò che appartiene al progetto di cui si tratta e nel maggiore dettaglio. Ora siccome si giugne a perfezionarsi in poco tempo solo collo studiare delle memorie istruttive e scritte con metodo, proseguirò a nulla trascurare onde mettere in istato quelli che mi avranno inteso di formare delle perizie che alla loro volta serviranno di esempio.

PERIZIA DELLE OPERE DI TERRA, DI LEGNAME, DI MURAZIONE, DI FERRAMENTA, DI PIOMBO E DI BRONZO, CHE SERVIRONO ALLA FABBRICA DELLA GRANDE CHIUSA DI DUNKERQUE, COSTRUTTA L'ANNO 1685.

Articolo I.

La chiusa avrà 42 piedi di larghezza fra le sue due spalle e la profondità di 3 piedi sotto la chiusa di Bergues (235).

Opere di terra.

II.

Tracciata l'opera e ben verificate le linee, si comincierà dal fare due ture; cioè una sopra e l'altra sotto il luogo ove si deve edificare questa chiusa; entrambe curvate verso le acque che dovranno sostenere (197) dando ad esse per tale effetto le grossezze necessarie, ed innalzando la loro sommità 4 piedi al di sopra delle più alte maree (228, 234).

III.

Queste ture saranno composte di due terzi di terra del luogo e l'altro terzo di argilla applicata ai fianchi esteriori che in seguito saranno rivestiti di buzzoni, di fascine e di canne, specialmente quello che deve sostenere le maree per poter resistere agli urti delle onde ed impedire che la terra sia portata via (222).

IV.

Queste ture saranno distanti 10 tese dalle estremità delle platee accessorie onde poter situare comodamente i mulini e le macchine mobili da esaurire le acque (234).

V.

Costrutte solidamente le due ture sarà interamente demolita la chiusa vecchia; i materiali provenienti da essa saranno a totale profitto dell'appaltatore, eccetto la macchina da innalzare il portello (379); e questi materiali

saranno trasportati in luogo che non possano nuocere al movimento delle terre, nè al maneggio dei materiali.

VI.

In pari tempo che si farà la demolizione dell'antica chiusa si scaverà la terra per quella grande, dando bastante pendio alle sponde dello sterro acciò si possano sostenere senz' altro appoggio (232).

VII.

Tale sterro si farà per tutta la larghezza fra le ture, per una lunghezza di 22 tese al basso, non compreso lo spazio dei contrafforti e delle ali.

VIII.

Si farà pure lo sterro dei contrafforti e delle ali in modo che i muratori ed i carpentieri possano fare comodamente e senza impedimento tutte le opere della fondazione (232).

IX.

La profondità dello sterro si regolerà secondo la pianta ed il profilo uniti alla presente (231), in guisa che il di sopra della platea della chiusa sia, se è possibile, 3 piedi più basso della platea della chiusa di Bergues (235, 236), avendo cura di mettere il fondo ad uno stesso livello tanto in larghezza quanto in lunghezza, a riserva degli spazj racchiusi tra le palanche che saranno scavati più profondamente che si potrà al di sotto del primo graticolato.

X.

Tutte le terre che si leveranno via saranno portate nei luoghi indicati agli appaltatori dall' ingegnere direttore o suoi commessi, onde sorvegliare l' opera durante la di lui assenza.

XI.

Per qualunque necessità sopravvenga di dover rimovere parte di queste terre due o tre volte, esse nondimeno saranno misurate una sola volta; sulla qual cosa gli appaltatori prenderanno le loro misure.

XII.

Il di dietro delle spalle della chiusa per tutta la sua lunghezza sarà interrato dalla base della fondazione fino alla sommità, con buona argilla ben battuta a strati di un piede di grossezza con piloni di 35 a 40 libbre, la qual terra vi sarà portata pilonata ed innalzata a misura che eleverassi la fondazione; avendo cura di levarne i rottami od altro che i muratori potrebbero farvi cadere (259).

XIII.

Tutti i testimoni che servono alla misurazione delle terre che si leveranno via, saranno lasciati in profilo e non in piramide, e tali testimoni saranno regolati di concerto fra l' ingegnere e gli appaltatori; e in caso di

difficoltà gli appaltatori potranno marcarne quanti vorranno nei luoghi più elevati delle loro opere; a condizione che l'ingegnere ne potrà marcare altrettanti nei luoghi più bassi per avere l'altezza media più esatta che si potrà.

Opere da Carpentiere.

XIV.

Scavate le terre alla profondità testè indicata e messo il fondo a livello ed in asciutto, vi saranno piantati a rifiuto di maglio dei pali in sufficiente quantità nei luoghi indicati nella pianta (262), e principalmente in quelli ove debbono essere situate le otto traverse maestre del primo graticcio che saranno commesse colle teste di questi stessi pali (247), la cui grossezza sarà proporzionata alla lunghezza, in guisa che se hanno 9 pollici di squadratura per 12 piedi di lunghezza, quando avranno 10 pollici quadrati saranno lunghi 15 piedi, e così degli altri, e nel caso che si giudichi necessario un maggior numero di pali, l'appaltatore sarà obbligato ad impiegarli.

XV.

Saranno piantate del pari due file di palanche l'una presso l'altra, e disposte in modo che le commessure delle palanche di una fila si trovino ricoperte dal corpo di quelle dell'altra (263); le quali poi saranno fermate ed inchiavate alle traverse maestre con spine di ferro di lunghezza e grossezza proporzionata allo spessore dei legnami, lungo i quali debbono essere situati e negli altri luoghi indicati nella pianta.

XVI.

Queste palanche saranno di legno d'olmo, di orno, di faggio o di larice, la cui lunghezza non si può determinare se non dopo che se ne saranno piantate alcune che regoleranno la lunghezza delle altre; e le traverse saranno di quercia, condizionate come dirassi.

XVII.

Si osserverà che le palanche sieno incavate ed a spina sui loro fianchi, e tagliate a cuneo inferiormente in guisa che nel piantarle cerchino di unirsi le une alle altre (283, 284, 285), facendone tante file quante sono indicate nella pianta a cui l'appaltatore dovrà conformarsi.

XVIII.

I pali si faranno di legname di tronco d'orno o di olmo, riquadrati a scure sotto filo (245), dando ad essi minore spessore all'estremità che deve essere appuntata alla testa.

XIX.

Fra le altre traverse maestre se ne porranno molte altre più picciole distanti le une dalle altre come è marcato nella pianta, le quali si troveranno impegnate nel massiccio di murazione come or or dirassi, e compor-

ranno in tal modo il primo graticcio (264) cui si sovrapporrà un tavolato di assi di quercia grosse 3 pollici ben congiunte le une colle altre (265), inchiavate da una cavicchia dello stesso legno ben secco e del diametro di cinque parti di pollice (302) coi fori fatti a sbieco.

XX.

Fermato solidamente questo primo tavolato, tutte le commessure ne saranno calafattate e incatramate come quelle dei vascelli (303).

XXI.

Che se le cavicchie di legno non saranno sufficienti per far avvicinare le tavole onde congiugnerle alle traverse cui debbono attaccarsi, si ricorrerà alle spine di ferro (302) per costringerle, le quali spine avranno dai 7 pollici fino a 9 di lunghezza e più se è necessario, e saranno di grossezza proporzionata.

XXII.

Terminato a dovere il primo graticcio ed avendo i muratori innalzato il massiccio di murazione al di dentro (251), si poserà il secondo graticcio marcato nella pianta che sarà parimente composto di traverse e correnti al di sopra ricoperti di un altro filare di traverse commesse a taglio in guisa che i correnti eccedano le traverse di 5 pollici e mezzo, gli uni e gli altri posati a livello (266).

XXIII.

Questi correnti e traverse saranno tutti di legno di quercia di 14 pollici di squadratura.

XXIV.

Sopra i correnti di questo graticcio saranno commesse ad intaccatura due traverse maestre aventi 2 piedi e 6 pollici di squadratura, nelle quali saranno incassate le ralle delle porte, osservando che eccedano di 16 pollici i correnti laterali.

XXV.

In queste due traverse maestre sarà posato un numero di altre più piccole traverse commesse ad intaccatura ai correnti in guisa che la loro faccia superiore sia di 5 pollici e mezzo più bassa del disegno dei due correnti (284).

XXVI.

Si commetteranno due puntoni ad arco di cerchio di pari grossezza, di 2 piedi e 6 pollici di faccia su questi correnti che saranno commessi colle loro estremità alle due traverse maestre (art. XXIV), e posati alla stessa altezza (29), i quali puntoni con le due traverse maestre saranno commessi ad intaccature (art. XXIV) e fermati da due fascie di ferro, da fisse, ecc.

XXVII.

Fatto quest'nltimo graticcio, ed elevato il massiccio di murazione all' altezza delle traverse superiori, sarà coperto da un tavolato di assi di quercia grosse 3 pollici e mezzo e larghe all' incirca 18 pollici, ben commesse le une alle altre, fermate da molte cavicchie di legno e da perni o chiodi di ferro in sufficiente quantità per la solidità e durata delle opere (302), e dopo calafatatte come nell' art. XX.

XXVIII.

La snperficie di qnesta tavola sarà incatramata con catrame liquido, su cui si stenderà del musco di palude, dopo di che le commessure di tutte queste tavole saranno ricoperte da alte tavole di quercia di pari larghezza, congiunte insieme accuratamente e poscia calafattate e catramate come sopra (303).

XXIX.

Gli appaltatori non potranno impiegare verun pezzo di legname per le traverse e correnti dei due graticci sovra spiegati, se non hanno 30 piedi di lunghezza pei correnti e 46 piedi per le traverse, e nel caso che se ne possano trovare di più lunghi saranno obbligati a somministrarli avvertendo di fare in modo che nelle unioni una commessura s'incontri sempre nel mezzo del pezzo più vicino, dando a queste stesse commessure una lunghezza proporzionata alla grossezza dei legnami con un nncino per ciascheduno, inchiavato e fermato solidamente (292).

XXX.

Le quattro imposte delle due porte ad arco di cerchio saranno commesse con doppio maschio e femmina a ciascun pezzo (383); tutti i legnami saranno di quercia ed avranno le segnenti grossezze, cioè il battente 16 per 19 pollici di squadratura, le traverse superiori ed inferiori 16 pollici quadrati, le altre traverse, i legami, ecc. 12 per 15 pollici di grossezza (375), le tavole pollici 2 e mezzo. Le lunghezze di tutti questi legni non si possono precisare se non compaginaudo le porte, il che dipende dall' esperienza del maestro carpentiere che sarà incaricato di architettarle.

XXXI.

Tutti i legnami del ponte girante e le altre opere di legno sopra la chiusa, come gli argani e le altre macchine necessarie saranno lasciate all' arbitrio del maestro carpentiere che ne fisserà le grandezze, supposto che gli appaltatori scelgano un onesto ed abile nomo per dirigere i lavori di legname di questa chiusa, al che l' ingegnere in capo potrà costringerli, se no ne sarà messo uno dall' ingegnere, il qual carpentiere sarà però obbligato a lavorare pel miglior interesse dell' appaltatore, in quanto alle buone fatture ed alle distribuzioni di esse.

XXXII.

Ove si dovrà fare nel pezzo da commettersi un maschio e femmina, si faranno doppj maschi e femmina onde non tagliar troppo le fibre del legno.

XXXIII.

Tutti i maschi saranno commessi a doppio incastro toccandosi alle gole. alla estremità ed ai fianchi gli uni degli altri, ed affinchè la commessura ne sia più ferma e solida, le piaghe che si faranno, avranno la stessa larghezza tanto in fondo che all'alto; parimente i maschi avranno lo stesso spessore all'estremità in guisa che l'apertura della piaga sia esattamente quella che può occupare il maschio; il tutto lavorato con diligenza ed assicurato con sufficiente numero di cavicchie di quercia ben stagionata.

XXXIV.

Tutti i legnami di qualunque siasi specie saranno perfetti e mercantili, e in ciò si osserverà esattamente la consuetudine di Parigi; avvertendo che non se ne lascierà mettere in opera nessuno che sia tarlato e con nodi viziosi, nè legno di quercia coll' alburno infracidito.

XXXV.

Gli appaltatori avranno cura di non metter in opera nessuna tavola difettosa, e che tutti i legnami delle quattro imposte delle due porte sieno di buona qualità senz'alburno, screpolature, tarlo, od altri difetti, e lo stesso devesi intendere dei legnami del ponte, perocchè queste opere sono quelle che debbono soffrire di più.

Opere di murazione.

XXXVI.

Piantate le palanche e scavate le terre più al basso che si potrà, comincierassi la murazione fra le casse e s' innalzerà fino al di setto del primo graticcio; ciò intendesi nel caso che si possa e non altrimenti (247).

XXXVII.

Innalzata così questa murazione e posatovi sopra il primo graticcio di legname si riempiranno i vuoti con murazione di mattoni che saranno posati a bagno di malta formato, come spiegherassi fra poco, e levate e spianate all' altezza delle traverse, osservando che il primo letto si farà con malta stesa sul fondo, il che si osserverà nella composizione di tutta questa muratura (248).

XXXVIII.

Murati gli spazj di questo primo graticcio a misura che si poseranno le tavole del primo tavolato si faranno al di sotto dei letti di malta elevati per qualche linea sopra le traverse, dopo di che si fermeranno queste tavole; in guisa che premuta la malta, esca per le commessure onde non rimanga alcun vuoto sotto il tavolato (250).

XXXIX.

Compiuto il primo tavolato, si poserà il secondo ed ultimo graticolato di legname i cui vuoti saranno empiuti di murazione dopo che tutti i le-

gnami saranno stati posati a bagno di malta, osservando di non lasciarvi nessun vuoto perchè è estremamente necessario far questa murazione con molta cura ed esattezza (252).

XL.

I vuoti di quest' ultimo graticolato essendo stati riempiti di murazione ed agguagliati al livello dello stesso, si stenderà un letto di malta sotto ciascuna tavola a misura che sarà posata, come si disse, nell' articolo XXXVIII.

XLI.

Su questo graticolato saranno erette le spalle di semplice mattone che avranno 24 piedi di larghezza per altrettanti d'altezza, ed i contrafforti di pietrame all'altezza prescritta dal profilo, cioè due piedi sotto la sommità delle spalle innalzata a piombo e ben allineata per corsie orizzontali.

XLII.

Le spalle si faranno della grossezza indicata nella pianta e così i contrafforti l' uno e l'altro murati accuratamente come spiegherassi fra poco, con catene di mattone di un piede di spessore e di quattro piedi ognuna, cioè una catena di mattone di un piede e poscia una di pietrame di tre piedi, il che dà insieme quattro piedi (339).

Opere in pietra da taglio.

XLIII.

Tutte le parti esterne della murazione delle spalle, dei loro risvolti ed ali, compresi i piedritti e le vôlte delle picciole chiuse che si devono praticare nello spessore di ciascuna spalla per la larghezza di due piedi e mezzo ognuna, saranno di pietra da taglio (336). Cioè tutti gli angoli e le faccie tanto quelle che sono ad arco di cerchio, come quelle che formano l'incassatura in cui s' ascondono le imposte quando sono aperte e gl'incastri saranno delle più belle lastre estratte dalle migliori cave di Landretun nel territorio di Boulogne; le loro pareti, letti e commessure verranno tirate a scalpello (338).

XLIV.

Tutte le pietre saranno a corsie regolari, aventi quattro piedi e mezzo di lunghezza da una parte ed un piede e mezzo dall'altra per 15 fino a 18 pollici di letto (338).

XLV.

Questi angoli saranno sparsi di leghe tagliate come sopra, aventi tre piedi e 6 pollici di lunghezza e 15 a 18 pollici di testa.

XLVI.

Fra le pietre d'angolo saranno murate in corsie di pari altezza altre pietre da taglio del migliore strato della costa d'Ambleteuze, i cui quadri

abbiano la lunghezza dai 2 piedi e 6 pollici fino ai quattro piedi, e dai 15 fino ai 18 pollici di letto i quali saranno sparsi di leghe ogni 6 piedi di lunghezza pari alle indicate nell'articolo precedente con le teste come sopra, e colle pareti esterne arricciate accuratamente e scarpellate sui letti secondarj e nelle commessure.

XLVII.

Tutte le corsie di pietre da taglio saranno continuate dalla base alla sommità delle spalle, e posate a livello regolate col filo e col piombo, e tutte le leghe posate a scacchiere formanti fila per ogni verso.

XLVIII.

La piattaforma delle spalle sarà formata di grandi lastre di pietra da taglio lunghe 5 in 6 piedi, larghe 4 e grosse 8 pollici, le quali saranno obbligate le une alle altre con picciole porzioni di cerchio, come si pratica in simili opere (350).

XLIX.

Se in seguito fosse giudicato necessario alla bontà e solidità della platea il costruirvi una vôlta rovescia in pietre da taglio od in mattoni, gli appaltatori vi saranno obbligati, come pure a conformarsi ai disegni che loro darà l'ingegnere pel modello delle faccie; le pietre saranno soltanto sgrossate col mazzo e colla punta e le commessure fatte con molta cura e colle pietre di quella grossezza conveniente che sarà indicata.

L.

Tutte le pietre da taglio che si metteranno in opera saranno prese dalle cave di Landretun e d'Ambleteuze, nel territorio di Boulogne, di roccia viva e dello strato migliore.

Qualità dei mattoni.

LI.

Tutti i mattoni che s'impiegheranno nelle opere della presente perizia saranno fatti della miglior terra dei dintorni di Dunkerque, dopo cotti saranno lunghi 8 pollici e 4 linee, larghi pollici 4 e grossi 2, acciò messi in opera si conservino meglio legati.

LII.

Le terre saranno scavate in stagione acciò possa meglio sfiorire, e quando i mattonaj si metteranno a fabbricarli, si obbligheranno a tenere tre battitori ogni due tavoli, i quali saranno obbligati a ben mescolare la terra e di ben dirompela colla zappa o coi piedi ed altri stromenti, in guisa che non rimanga nessuna zolla o pezzo di terra che non sia ben impastato prima che i manuali lo trasportino ai modellatori.

LIII.

I modelli e rastiatoj saranno ben ferrati come si pratica nelle fabbriche di mattoni ben regolate acciò il mattone sia di eguale grossezza alla fine della costruzione come nel cominciamento delle opere.

LIV.

I mattoni uscendo dal modello ove saranno stati ben calcati colla mano verranno disposti sopra aje ben appianate ed insabbiate con cura acciò levati da tali aje sieno retti su tutte le faccie ed a squadra.

LV.

A misura che i mattoni si leveranno dalle aje per essere messi in stiva se ne taglieranno accuratamente le bave col coltello di legno.

LVI.

Nessun mattone sarà trasportato alla fornace se non è trovato ben secco, e questi mattoni saranno posti nel forno da uomini a cui l'esperienza avrà fatto conoscere la quantità di carbone conveniente alla loro vera cottura, acciò sieno tutti ben cotti, buoni, mercantili e della miglior qualità.

LVII.

Tutti questi mattoni saranno caricati a mano e trasportati in egual modo sui lavori, onde su tre mattoni se ne mettano in opera almeno due interi (1).

Composizione delle diverse malte e loro uso.

LVIII.

Le malte che saranno impiegate nella murazione della platea, articolo XXXVI e seguenti, saranno composte di due terzi di calce viva di Boulogne, ben cotta e di un terzo di terrazzo d'Olanda della miglior qualità (307).

LIX.

Le pareti delle spalle e delle due picciole chiose, art. XLII, saranno pure murate con malta di calce di Boulogne e terrazzo d' Olanda, nelle proporzioni come sopra, per lo spessore di 3 piedi e 6 pollici (339 e 340).

LX.

Il rimanente della murazione, non compresi gli ultimi articoli, sarà murato con malta composta metà di calce viva della miglior pietra di Boulogne ben cotta e metà di sabbia della migliore e più pura del paese, la malta dei contrafforti sarà mescolata, cioè metà di S. Omer e metà di Boulogne, con altrettanta sabbia, e quella delle catene di mattoni in malta di Boulogne (219).

LXI.

La calce sarà estinta nel bacino, e' poscia mista alla sabbia o terra della qualità e dose come sopra, con la qualità d'acqua necessaria ad estinguere la calce e ben impastare la malta.

(1) Per maggior istruzione si può vedere ciò che sui mattoni si è detto nel *Cap. II, Lib. III, della Scienza degl' Ingegneri.*

LXII.

Tosto che la calce sarà debitamente spenta, verrà rimescolata con la marra dagli stessi manuali col terrazzo o sabbia testè specificati, poi si lascierà riposare fino al giorno seguente, per essere di nuovo battuta e mescolata con la marra fatta espressamente, non impiegandovi che poca acqua; il dì dopo si ripeterà la stessa operazione osservando di mettervi poc'acqua, e dopo ciò la malta potrà essere impiegata (219).

LXIII.

Si osserverà esattamente che se la malta dopo essere atata rimescolata per tre volte non viene subito adoperata, gli appaltatori saranno obbligati a farla rimescolare tutti i giorni, come si disse, per tema che indurisca troppo e si riduca in pietra, il che le farebbe perdere tutta la forza e la metterebbe fuori di servizio. Bisogna anche osservare che le malte di ambe le qualità che s'impiegheranno in tempi umidi, sieno più asciutte di quelle messe in opera nella stagione calda e secca.

Metodi di lavoratura.

LXIV.

Tutte le pietre da taglio saranno scarpellate e digrossate come si è detto, negli articoli XLIII e XLVI, allogate con molta cura e precauzione, commesse e posate a bagno di malta formato come sopra, in cui saranno compresse con la mano e col martello finchè la pietra abbia trovato il suo letto e sia ferma, uscendo la malta d'ogni parte per le commessure, essendo d'altronde collocate a corsie orizzontali a filo ed a piombo (338).

LXV.

Tutti i mattoni saranno posti in corsie legate, a letti orizzontali ed in bagno di malta colle commessure sopra i pieni, e serrati gli uni contro gli altri, sicchè la malta esca per le commessure, e non lasciandoli con la mano finchè non abbiano trovato la loro vera giacitura.

LXVI.

Durante i calori ed i tempi secchi vi sarà molta gente che bagni di spesso la murazione a misura che innalzerassi, s'innaffieranno pure i mattoni prima di metterli in opera acciò si possano meglio attaccare e far corpo con la malta in cui saranno posati, il che si eseguirà a stretto rigore, come tutte le altre condizioni inserite nella presente perizia.

Ferramenta.

LXVII.

I chiodi, le spine di ferro e le cavicchie necessarie ai due graticci di legname saranno di lunghezza e grossezza proporzionata alle tavole, traverse e correnti che debbono attaccare (304, 305, 306).

LXVIII.

Le grappe, i tiranti e le chiavi necessarie, come pure i collari delle porte saranno tirati a fucina da un buon fabbro, osservando di non impiegare in questi lavori che il miglior ferro delle fucine di Svezia, il che intenderassi per tutte le altre ferramenta necessarie alle porte e paratoje delle due picciole chiuse, al ponte e ad ogni altr' opera qualunque si sia, proporzionandole alle forze che dovranno sostenere, e il tutto foggiato propriamente, nel miglior modo (387, 388, 389, 390).

Opere di piombo.

LXIX.

Tutte le corsie in pietra da taglio e le incavature saranno ritenute da ramponi di ferro impiombati, e così le lastre che copriranno la sommità delle spalle, osservando di scavar sempre nella pietra il posto del rampone, in guisa che giunga al livello della muraglia (341, 342).

Opere di bronzo.

LXX.

I collari delle porte saranno parimenti proporzionati ai pesi che dovranno sostenere impegnando comodamente i loro nodi a cerniera con quelli dei tiranti di ferro vicini ai quali si debbono attaccare (417).

LXXI.

Si pianteranno in ciascuna delle ale due anelloni per servire ad attaccarvi i vascelli che vorranno entrare od uscire dal bacino (346).

LXXII.

Le ralle necessarie per ricevere i perni delle porte saranno parimenti di bronzo, e proporzionate al peso che dovranno sostenere (408, 409).

LXXIII.

Si faranno pure quattro rotelle di bronzo da incassare nelle traverse inferiori delle porte ed avranno un piede di diametro per 4 pollici di spessore (398, 399).

LXXIV.

Inoltre quattro grandi guide a quadrante circolare pure di bronzo larghe 5 pollici e grosse un pollice per sostenere e servire di guida alle suddette ruote che senza tale precauzione potrebbero rompere col loro peso enorme i margini della piattaforma (400).

LXXV.

Si faranno pure due viti di bronzo coi loro dadi se si crederà a proposito, per innalzare le due imposte delle picciole chiuse nelle spalle (379).

LXXVI.

L'appaltatore sarà obbligato a quella quantità e somministrazione di bronzo che giudicherassi necessaria alla costruzione della chiusa (412).

LXXVII.

Se in questa perizia fosse omessa qualche particolarità necessaria alle opere od anche qualche opera, l'appaltatore sarà obbligato a farla per lo stesso prezzo di quelle che saranno di pari natura.

LXXVIII.

Le platee accessorie di fascine saranno fatte a spese di Sua Maestà (323, 324, 325, 326).

Condizioni ed obblighi degli appaltatori.

LXXIX.

Gli appaltatori saranno obbligati a provvedersi da sè gli utensili, le tavole, carriuole, bindoli, trombe volanti ed altre macchine, ed ogni cosa occorrente all'esecuzione di quest'opera (238); saranno inoltre obbligati a fornire tutti i materiali e la mano d'opera per la perfezione delle stesse, e ad eseguire tutti gli esaurimenti d'acqua; per tutte le fatture e somministrazioni non potranno pretendere se non i prezzi accordati. 1.° Per ogni tesa cubica di terra scavata pagata una volta sola, quand'anche dovessero rimoverla più volte.... 2.° Per ogni tesa di argilla messa in opera.... 3.° Per ogni centinajo di travi di legname misurato secondo le consuetudini di Parigi.... 4.° Per ogni tesa cubica di murazione, compresa la pietra da taglio e misurato come pieno il vuoto delle due picciole chiuse.... 5.° Per ciascun centinajo di ferro qualunque siasi, a peso di Parigi, lavorato e messo in opera.... 6.° Per ogni cento libbre di bronzo foggiato parimenti, peso di Parigi, e pure messo in opera....

LXXX.

Gli stessi appaltatori accettando queste condizioni saranno obbligati all'intera esecuzione di tutto il contenuto di essa ed all'esatta osservanza delle misure che loro saranno indicate dall'ingegnere dirigente le opere o da altri da lui a ciò delegati, alle quali misure gli appaltatori non potranno cangiar nulla, nè altri per parte loro senza espresso permesso dell'ingegnere da cui saranno obbligati a prendere gli ordini di tutto ciò che sarà relativo a questa intrapresa, e succedendo che gli appaltatori, i loro operaj od altri dipendenti eccedessero le grossezze della murazione o delle altre opere, indicate nelle piante, memorie e profili, il di più non sarà loro calcolato nella misurazione, ed al contrario se le grossezze si troveranno minori, la misurazione sarà diminuita dell'egual quantità purchè le opere sieno considerate abbastanza solide e in caso contrario saranno demolite e rifatte a loro spese. Se fosse necessario fare in seguito qualche cambiamento nelle piante e nei profili delle chiuse, essi vi sarebbero obbligati, come anche

di conformarsi a tutte le cose che loro saranno indicate dall'ingegnere che loro ne indicherà il cambiamento in iscritto da lui firmato per loro garanzia e darà pur copia delle piante e dei profili.

LXXXI.

Non sarà permesso agli appaltatori, nè ai loro operaj di lavorare ad ore indebite a meno di qualche grande necessità, e dopo ottenuto il permesso dall'ingegnere direttore, ed in sua assenza da quello che ne farà le veci.

LXXXII.

Non potranno nemmeno lavorare alla fabbricazione della malta se non in presenza degl' ispettori incaricati di osservare che sia dosata e ben condizionata come si è detto agli articoli 38, 39, 40, 58, 59, 60, 61, 62 e 63.

LXXXIII.

Gli appaltatori obbligati a tutte le condizioni della presente perizia faranno immediatamente tutti gli acquisti dei materiali necessarj e di ogni altra cosa di cui avranno bisogno per rendere complete le opere della presente perizia in tutta la loro perfezione l' ultimo di decembre del 1686, le quali opere saranno soggette a visita e collaudo di persone perite ed intelligenti; il collaudo si farà prima di dare le acque alla chiusa senza di che non saranno considerate complete, e succedendo che siansi abbandonate le acque od appositamente o per inavvertenza saranno di nuovo esaurite a spese degli appaltatori (239). Essi risponderanno pure della bontà e solidità delle opere per due anni interi, cominciando dal giorno in cui le avranno terminate; a garanzia di ciò, e dei denari a loro pagati daranno una buona e sufficiente cauzione.

LXXXIV.

Gli appaltatori saranno obbligati a tenere un buon capo mastro per la direzione delle opere muratorie, un capo carpentiere abile in questo genere di lavori, un capo dei lavori di terra ed anche un fabbro ferrajo pei bindoli, che li manterrà a sue spese, ed uno o due ispettori per sorvegliare gli operaj (243) e per essere sempre presenti al lavoro e per invigilare a ciò non succeda verun accidente nell' uso dei bindoli delle *Olandesi* e delle trombe volanti che debbono sempre essere conservate in istato di servire ed averne sufficiente quantità per essere ricambiate nel caso che vi manchi qualche cosa, specialmente quando si lavorerà alle fondazioni (239).

LXXXV.

Tutte le ture saranno pure mantenute in buono stato, fuori dipericolo d' ogni accidente, o per sfranamento, o per burrasche di mare, a spese degli stessi appaltatori senza che per queste manutenzioni o riparazioni possano pretender nulla, come pure per la costruzione e demolizione delle stesse ture (220, 221, 222).

LXXXVI.

Non si riceverà nessun muratore, nè carpentiere nell'esecuzione di questa chiusa che non abbia almeno due anni di pratica, e se qualcuno di questi muratori fosse sorpreso a fare qualche murazione a secco e senza malta, sarà scacciato dal lavoro e punito con la prigionia, e l'appaltatore condannato a cento lire di multa.

LXXXVII.

Eseguita perfettamente questa chiusa, nettate e ben asciutte le platee, e poste in moto tutte le porte, terminate tutte le platee accessorie e le ale di fascine e di legname, e fatti gl'interramenti, se ne farà la visita alla presenza dell'intendente se può intervenire e di tutti gl'ingegneri ed appaltatori ond'esaminarne per l'ultima volta la costruzione ed il movimento delle porte, e vedere se tutto è conforme alla presente perizia ed alle piante e profili che l'accompagnano, e in caso di discrepanza fra l'appaltatore e gl'ingegneri circa le opere fatte, saranno visitate e collaudate da periti nominati da Sua Maestà. Ma riconosciute solide ne sarà fatta la misurazione dall'ingnere in capo, a vista dal direttore, acciò l'intendente possa regolare i mandati conformandosi sempre alle condizioni della perizia ed ai prezzi del contratto.

LXXXVIII.

Non si riceverà l'opera se non saranno perfezionati e resi uniformi tutti gl'interramenti tanto dietro le spalle e contro le loro ali e nel loro prolungamento, quanto nel levar via tutte le ture fatte per la costruzione di questa nuova chiusa.

LXXXIX.

Se nel corso dell'opera succedesse qualche negligenza per parte dell'appaltatore, sia impiegando pochi operaj pel progredimento di un'opera così importante, o non prestando tutta la diligenza nell'acquisto dei materiali necessarj e degli utensili ad altre macchine convenienti, l'ingegnere in capo potrà commettere quel numero di operaj che crederà necessario e far acquistare da uomini disinteressati i materiali di cui avrà maggior bisogno, che l'appaltatore dovrà pagare ai prezzi fissati dall'ingegnere, obbligandosi a ciò l'appaltatore in forza del presente articolo; l'ingegnere nondimeno non potrà aumentare il numero degli operaj, nè far comperare di suo capriccio nessun materiale senza aver prima comunicato col direttore delle fortificazioni e ricevuto l'ordine dall'intendente, e senz'avere avvertito l'appaltatore otto giorni prima (234).

XC.

Tutti i pali fuori di linea come tutta la murazione ed altri materiali non ordinati, non saranno compresi ne ricevuti nella misurazione, come pure gli sterri che l'appaltatore potrebbe fare al di più di quello che gli è stato ordinato.

XCI.

L'ingegnere in capo terrà un giornale di quest'opera in cui marcherà le condizioni di ciascuna specie di materiali impiegati nelle fondazioni e in altri luoghi che non si potranno riconoscere dopo che è fatta l'opera, le quali condizioni saranno spiegate con chiarezza, e firmato dall'ingegnere e dall'appaltatore e in di lui assenza dal suo primo commesso a cui ne darà la facoltà, onde evitare ogni dubbio nel chiudere la misurazione generale. Metterà tutto in buon ordine, cioè tutto ciò che riguarda le murazioni sarà messo nell'articolo *murature*, ciò che riguarda i pali ed i legnami nell' articolo *carpentarie;* le ferramenta in quello delle *ferramenta;* e così degli sterri, della ghisa e del piombo onde conservar sempre un buon ordine nella condotta de' lavori e poterne vedere quando vorrassi il vero stato (241).

XCII.

Si marcherà pure nello stesso registro la quantità di operaj e di cavalli che avranno giornalmente lavorato distinguendo gli uomini in muratori, carpentieri, lavoratori di terra, di fascine e manuali; e quando il direttore passerà sui luoghi per visitare lo stato e l'avanzamento dell'opera gli si presenterà questo registro per esaminare le eccezioni che l'appaltatore potrebbe far nascere, e toglierle e decidere all'istante senz'altra discussione tranne il giudizio del direttore sul rapporto degl'ingegneri e dell'appaltatore.

XCIII.

I pagamenti si faranno a misura che l'opera progredirà, dietro certificati dell'ingegnere in capo, visti dal direttore ed ordinati dall'intendente che potrà fare all'appaltatore l'anticipazione che crederà a proposito per metterlo in istato di far prontamente l'ammasso dei materiali che gli saranno necessarj, pei quali non godrà veruna esenzione dei diritti, ma pagherà come per i suoi affari particolari.

XCIV.

Per evitare ogni discussione di litigi, dopo che è fatta l'opera, sarà decaduto da ogni pretesa d'indennizzazione o perdita ch'egli avesse sofferto sotto qualsiasi pretesto, alle quali non si avrà nessun riguardo, non potendo sperare nulla di più dei prezzi e condizioni del suo contratto. Sarà inoltre obbligato a risiedere attualmente in Dunkerque durante il forte lavoro e di non uscirne che per affari della sua impresa, nel qual caso informerà l'ingegnere in capo e metterà un uomo in sua vece, a cui darà il potere di agire e pagare gli operaj in di lui assenza, in difetto vi provvederà l'intendente.

Condizioni sotto le quali gli appaltatori si sono obbligati a fare e costruire le opere descritte.

XCV.

Che sia loro permesso prendere delle pietre dalle cave di Landretun e di tutte le specie di materiali che si trovano lungo le coste di Boulogne,

e tutte le argille occorrenti per interrare il di dietro de' muri della chiusa e per formare le ture, e le potranno prendere ove ne troveranno di buone, e saranno dati gli ordini onde non provino impedimento.

XCVI.

Sarà permesso agli appaltatori servirsi degli sterri dell'antica chiusa per formare le ture senza che sia loro dedotto nulla dai detti sterri; tutti i vecchi materiali di qualunque natura che si troveranno nelle opere apparteranno loro.

XCVII.

La murazione delle platee sarà loro misurata nella totalità senza diminuir nulla pei graticci di legname.

XCVIII.

Per costringere gli appaltatori a tutta la diligenza possibile, acciò non temano che rimangano a carico loro alcuni materiali, navigli e barche da trasporto, Sua Maestà ripiglierà in caso di cessazione o d'interruzione del lavoro i detti materiali da trasporto e navigli a denaro contante, a prezzi valutati dai periti.

XCIX.

Si anticiperà agli appaltatori una somma di 10000 lire in danaro sonante per fare gli acquisti degli stromenti, utensili ed in generale di tutto ciò che è necessario, per un lavoro così grande; la detta somma non sarà incontrata se non al compimento di tale opera, ed oltre tale anticipazione saranno a loro somministrati i materiali già provveduti, e del danaro in proporzione che progredirà questo lavoro.

Fatto a Dunkerque, il 19 maggio 1684.

Atti degli obblighi reciproci.

Innanzi al sottoscritto Luigi Fontaino regio Notajo di Dunkerque, presenti personalmente i signori Giovanni Varlet, Oliviero Sçadart, Giovanni Perse e Giovanni Collin, che secondo l'aggiudicazione loro fatta il 15 gennajo ultimo scorso, più estesamente contenuta nel processo verbale scritto qui innanzi, hanno promesso e promettono, e si obbligano colla presente solidariamente l'uno per l'altro e ciascuno pel tutto senza divisione, nè discussione, rinunciando al beneficio di fidejussione al signor Giambattista Patoulet consigliere del re nel suo Consiglio, intendente di Giustizia, Polizia e Finanze, delle armate navali di S. M. e della marina nel dipartimento di Dunkerque e delle coste di Piccardia, presente a quest'atto ed accettante e per nome di S. M.; in presenza anche del signor Roussard controllore della marina, e del signor Decombes ingegnere del re, avente la direzione in capo dei lavori e fortificazioni della detta marina, di fare edificare e costruire a detta degli operaj e degl' intelligenti tutte e ciascuna delle opere di muratura, di legname ed altre che saranno necessarie alla costruzione di una chiusa, e le sponde del bacino che S. M. ha ordinato che si

faccia nel porto di questa città per ritirare i suoi vascelli secondo la perizia qui unita, firmata e contrassegnata da ambe le parti, per l'esecuzione della quale, intrapresa e costruzione delle dette opere, i ripetuti signori Sçadart, Perse, Varlet e Collin si provvederanno di tutti i materiali qualunque di cui avranno bisogno per la costruzione di detta chiusa e bacino, tanto pei lavori di muratura, di legname e più a lungo spiegati nella detta perizia, insieme ai palchi e ponti, operai, mulini e macchine da esaurire le acque ed altre cose che loro saranno necessarie per la costruzione delle opere del detto bacino e chiusa, cominciando dal lavorarvi incessantemente con un numero sufficiente di operaj dal principio alla totale perfezione delle dette opere e renderle perfette nella fine dell' anno 1687, conforme la detta perizia, e che tutti i materiali che saranno impiegati nella costruzione delle ripetute opere saranno buoni, leali e mercantili e di buona qualità; il presente contratto si fa mediante ed in ragione di lire 89 e soldi 10 ogni tesa cubica di murazione della chiusa; di 74 lire per quella delle sponde del bacino, di 425 lire e soldi 13 per ogni cento *travate* di legname di ogni specie, 17 lire e 3 soldi ogni tesa quadrata di tavole di quercia grosse pollici 2 e mezzo, 13 lire ed 8 soldi ogni tesa quadrata di dette tavole di due pollici, 10 lire e soldi 18 per tesa quadrata di tavole di abete, grosse un pollice e mezzo, 13 lire e 3 soldi ogni cento libbre di ferro messo in opera, lire 87 e soldi 18 ogni cento libbre di ghisa, 14 lire e 13 soldi ogni cento libbre di piombo messo in opera, 4 lire ed 8 soldi per ogni tesa cubica di sterro pei fondamenti della chiusa, 7 lire e 18 soldi per la costruzione di una tesa cubica delle ture e demolizione di esse, 3 lire e 18 soldi ogni tesa cubica per la scavatura del bacino e 7 lire e 18 soldi ogni tesa quadrata di pavimento di arenaria che il detto signor Patoulet intendente al nome di S. M. ha promesso, promette e si obbliga di pagare ai detti appaltatori a misura che costruiranno le dette opere di tali chiuse, sponde e scavamento del bacino; che sarà loro permesso prendere delle terre per fare i mattoni nei dintorni di questa città e nei luoghi più comodi in cui si troveranno insieme ai materiali che loro saranno necessarj alle coste e rive del mare, come è menzionato nelle condizioni che sono in seguito della perizia saranno; obbligati i detti appaltatori di prendere tutti i materiali che S. M. fece provvedere a danaro contante che loro servirà di anticipazione; che tutte le navi che porteranno e condurranno dei materiali per la costruzione delle dette opere saranno immuni di ogni dazio e diritti, tanto per mare come per terra.

Fatto e stipulato a Dunkerque nella casa del re al Parco della marina, innanzi al sottoscritto notajo e presenti i testimonj Giovanni della Forgue e Giacomo Menil l' anno 1684, il giorno 19 maggio, dopo il mezzogiorno ed hanno firmata la minuta della presente rimasta presso il sottoscritto notajo, ecc.

CAPO DECIMOQUINTO

DEL MODO DI FORMARE GLI STATI DELLA MISURAZIONE DELLE OPERE APPARTENENTI ALLE CHIUSE CON UNA REGOLA PER MISURARE I LEGNI ROTONDI, ED UNA TAVOLA ONDE SI FA A MENO DI FARE IL CALCOLO.

Gli stati della misurazione, comprendendo in dettaglio lo sterro ed il riporto delle terre per lo stabilimento di una chiusa, la quantità di legname, di murazione, di ferramenta, di ghisa e di piombo entrata nella sua costruzione, richieggono egual ordine e chiarezza come nella perizia che servì a spiegare il modo onde dovevano essere impiegati tutti questi materiali, affinchè avendo il numero di tese cubiche di terra e di murazione, quello delle travi, dei legnami il peso del ferro, quello della ghisa e del piombo, non si abbia a far altro che applicare a ciascuna cosa il prezzo del contratto fissato a nome del re coll' appaltatore, per constatarne le somme parziali, e quindi la spesa totale.

428. Per stabilire a dovere uno stato di misurazione bisogna dividerlo in tante parti od articoli capitali, quanti sono i materiali diversi impiegati nell' opera affinchè non vi sia nulla di confuso. Suddividere questi articoli in molti altri che comprendano in particolare le parti di uno stesso oggetto; il che si fa collo spoglio del registro comprendente la misurazione preliminare di ciascuna specie di materiale, a misura che sono stati messi in opera, conforme a ciò che si è insegnato nell'articolo 241, di cui ora si sentirà tutta l'importanza. Questi articoli debbono essere chiari e concisi, senza però trascurare ciò che può giustificare l' impiego di ciascuna cosa, facendo menzione della sua posizione e del suo uso, affinchè vi sia un' esatta corrispondenza fra la misurazione e la perizia.

429. La prima parte della misurazione deve comprendere quella delle terre menzionando i luoghi diversi ove si sono praticati degli sterri, per ciascuno de' quali si deve formare un calcolo separato, riferendone la lunghezza, la larghezza e la profondità media dello scavo col risultato del prodotto in tese cubiche, piedi e pollici, scritto in fianco all' aggregato delle dimensioni. Eccone un esempio dedotto al pari dei seguenti dall'antica chiusa di Gravelines.

Sterro e riporto delle terre misurate una volta soltanto ogni tesa cubica.

PARTE I.

	tesa	pie.	pol.	
Lunghezza media	21	1	6	424 1 6.
Larghezza media	11	3	0	
Altezza media	1	4	5	

Riportati in tal modo tutti gli articoli dello stesso genere se ne fa un totale del loro prodotto che si moltiplica pel prezzo della tesa per specificarne l'ammontare. Che se si è impiegata dell' argilla per munire il di dietro delle spalle, ed ha un prezzo diverso della precedente, come per solito succede mentre forse si deve tirarla da lungi, e d' altronde richiede molta fattura, se ne forma un articolo separato posto in seguito dei precedenti.

430. La seconda parte deve comprendere tutto ciò che appartiene al legname nell' ordine successivo in cui è stato impiegato; cioè si comincia dai pali di cui si precisa la situazione, il numero di quelli della stessa squadratura e dello stesso diametro che si riduce ad una lunghezza comune, e se ve ne sono di grossezze diverse, se ne fanno tanti articoli separati ove si esprime con un numero solo tutte le lunghezze insieme messe nella fila della prima dimensione, e la squadratura fa le veci delle altre due; avendo il loro prodotto espresso in solive, piedi e pollici immediatamente dopo l' aggregato. Poscia si riportano i pezzi maestri sovrapposti a questi pali, le palanche, i correnti e le traverse impiegate nei graticci. Ciascun pezzo della stessa squadratura deve avere tutte le lunghezze riunite nella prima dimensione come pei pali, e la squadratura dà le altre due. Si separano le traverse maestre dalle comuni, e si segue lo stesso ordine per le soglie, i monachi, i puntoni e tutto ciò che appartiene alle porte, i cui pezzi di eguale specie debbono essere rinchiusi in articoli separati, e così delle ale e delle platee accessorie. Che se la chiusa ha un ponte girante o fisso si riportano del pari le misure dei legnami sotto un titolo separato in cui devesi del pari osservare l' ordine degli articoli. Esempio pei pali, traverse e battenti de' portoni.

Legnami di quercia ogni cento solive.

Pali sotto la fondazione delle spalle e delle sue platee di murazione.

210 pali sotto i pezzi maestri che portano i puntoni dei portoni e sotto le traverse delle palanche.

	tesa	pie.	pol.	
Lunghezza media di un palo . . .	1	2	0	466 4 o.
Lunghezza di tutti	280	0	0	
Grossezza o squadratura			10 per 12	

Legnami di quercia in correnti e traverse.

Pezzi 116 di traverse per tutta la lunghezza della chiusa su le quali è inchiodato il primo tavolato della vera platea.

Lunghezza media di ciascun pezzo .	3	0	0	584 5 o.
Lunghezza di tutti	348	0	0	
Grossezza			10 per 12	

Per le quattro imposte della chiusa.

Quattro battenti dei perni lungo ognuno	2	4	6	24 4 o.
Lunghezza di tutti	11	0	0	
Grossezza			12 per 14	

Quattro battenti in isbieco, lunghi ciascuno	2^tese	4^pie.	0^pol.	
Lunghezza di tutti	10	4	0	27 2 0.
Grossezza	12 per 14			

Il valore delle traverse, braconi, ed in generale di tutti gli altri pezzi, si riferisce del pari distinguendoli come sopra dopo di che si fa una somma totale della quantità del legname di cui si riporta la spesa.

431. Nella terza parte si comprende tutto ciò che appartiene alla murazione distinguendo quella dei fondamenti dall'altra. Questa prima misurata in pieno senza dedurre lo spazio occupato dal legname secondo le condizioni del contratto; perocchè si ha riguardo ai fastidj recati dai compartimenti dei graticci. Di là si passa alle spalle ed ai loro contrafforti, e ciascun articolo ben indicato sempre accompagnato dalle dimensioni e dal loro prodotto, ed il tutto terminato dall' ammontare della spesa. Esempio per la fondazione.

MURAZIONE PER OGNI TESA CUBICA

Massiccio della platea di murazione dal fondo dello sterro fino al di sopra del primo tavolato.

Lunghezza	16^tese	5^pie.	0^pol.	88 5 6.
Larghezza	13	3	6	
Altezza	0	2	4	

Quattro piccioli contrafforti dietro le spalle.

Lunghezza media di uno	1	0	0	1 3 7.
Lunghezza di tutti	4	0	0	
Larghezza	1	0	2	
Altezza	0	2	4	

432. Il quarto articolo deve contenere in dettaglio tutti i pezzi di ferramenta riferiti nell' ordine che loro conviene, indicando i siti ove sono stati impiegati ed il peso della somma di quelli della stessa specie, cominciando dalle cavicchie e chiodi che si pagano a peso, l' armatura dei portoni coi loro tiranti distinguendo sempre scrupolosamente la loro situazione ed il loro oggetto. Si passa in seguito alle ferramenta del ponte se ve n' ha ed a tutte quelle state impiegate nelle opere accessorie alla chiusa come quelle che ne fanno parte.

Ferramenta da peso.

80 Cavicchie barbone, lunghe 13 pollici e di un pollice quadrato pei pali pesanti insieme . . . . libbre 262

320 Cavicchie simili di 14 pollici di lunghezza e di un pollice quadrato per incavicchiare le traverse del primo tavolato, pesanti » 951

440 Cavicchie simili lunghe 14 pollici e di un pollice quadrato per incavicchiare i secondi correnti sulle dette traverse, pesanti insieme . . . . » 177

12 Cavicchie simili lunghe 24 pollici per incavicchiare le traverse delle palanche alle teste dei primi correnti, del peso complessivo di . . . . libbre 70

350 Chiodi di 9 a 10 pollici di lunghezza per le congiunzioni delle traverse e dei correnti, pesanti insieme . . . . » 210

3328 Chiodi di 8 a 9 pollici per inchiodare il primo tavolato su le prime traverse, pesanti . . . . » 1693

36 Cavicchie lunghe 22 pollici per la commessura degli sbiechi dei portoni, pesanti insieme . . . . » 198

288 Perni lunghi 22 pollici per la commessura delle porte, pesanti . . . . » 627

18 Staffe ciascuna di circa 4 piedi e 6 pollici di braccio senza l'angolo e 18 squadre della stessa lunghezza per 5 pollici di larghezza e 6 linee di spessore, pesanti insieme . . . . . . » 3239

108 Cavicchie a testa di un pollice di diametro di 12 a 14 pollici di lunghezza coi loro pezzi accessorj per legarli, pesanti » 550

433. La quinta parte deve comprendere il peso della ghisa, delle ralle, perni e collari con le loro cerniere, ecc.

La sesta, la quantità di piombo impiegato per uncinare le pietre della parete ed altro.

La settima comprende in dettaglio i minuti acquisti e tutte le diverse opere fatte a stima e non menzionate nella perizia, come sono gli argani, le funi, i martinetti con la loro armatura ed aste dentate pei portelli, cuoi d'Ungheria impiegati talvolta sotto le ralle e negli angoli in isbieco delle porte per renderle più serrate, ecc. Al che si possono aggiugnere le pietre ed i fascinoni delle platee accessorie quando si fanno per economia. Allora si saprà che dopo aver misurato l'argilla ed il legname che vi si trova, per comprenderle nei luoghi che loro convengono, il restante si paga al migliajo come le fascine. Ciascun fascio di 25 verghe, lungo 10 in 12 piedi per un pollice di diametro, misurato per la grossa estremità e legato da quattro legacci si valuta 6 fascine. Ogni picchetto lungo 6 piedi, del diametro di pollici 2 e mezzo, si considera una fascina, quelli di piedi 4 e un quarto per 2 pollici di diametro non si valutano la metà dei precedenti; cosicchè ne occorrono due per formare una fascina. In quanto alla pietra essa si misura sul luogo a tese cubiche, il tutto messo in opera da lavoratori intelligenti pagati a giornata, esigendo questo lavoro di esser fatto con molta accuratezza. Questi articoli ed i precedenti debbono esser messi in sì grande evidenza che non ve ne sia uno solo che possa far nascere il minimo sospetto di aver voluto favorire l'appaltatore oltre il prescritto dal suo contratto; dopo di che si termina la misurazione con un epilogo generale del risultato di ciascun articolo, per constatare la totalità della spesa, certificata dall'ingegnere in capo.

Per maggiore intelligenza consiglio ai giovani destinati al genio pei quali soltanto scrissi questo capitolo, di leggere ed anche copiare alcuni stati di misurazione dei meglio formati: aveva dapprima il pensiero di riportarne uno per modello, ma non l'ho fatto perchè avrebbe richiesto un numero di fogli di stampa che ho creduto d'impiegar meglio.

Molte persone avendo desiderato che dessi loro un metodo breve e

facile per misurare i pali rotondi ed i legnami con scorza, ecco quello che stimo più opportuno e l'ho accomgagnato da una tavola che credo ancor più comoda.

434. Per intender bene il metodo che insegno bisogna prima sapere che la soliva, o travetta essendo un pezzo di legno di 3 piedi cubici, si può dire ch'essa è eguale ad un pezzo avente per base pollici 12 per 6 di squadratura, od un'area di 72 pollici quadrati e per altezza una tesa. Che il piede della travetta, essendo il sesto della travetta, equivale ad un pezzo avente per base un pollice quadrato e per altezza la tesa; finalmente che la linea della travetta essendo la dodicesima parte del pollice della travetta equivale ad un pezzo avente una linea quadrata di base e per altezza la tesa. Per maggior schiarimento, si potrà consultare ciò che ho detto su la misurazione del legname nel mio corso di Matematica, essendone questo un supplemento.

Per trovare la quantità di travette e delle sue parti contenute in un palo non isquadrato, il cui diametro fosse, per esempio, di 14 pollici preso alla testa o nel mezzo, secondo si crederà più a proposito, e la cui lunghezza fosse di 27 piedi e 6 pollici, bisogna fare il quadrato del diametro per avere 196; e siccome il rapporto del quadrato del diametro di un cerchio sta alla superficie dello stesso cerchio presso a poco come 14 sta ad 11, si dirà come 14 sta ad 11, così 196, quadrato del diametro del palo sta alla superficie del suo cerchio, che si troverà di 154 pollici quadrati, cui bisogna dividere per 72 per avere delle basi di travette; si troverà 2 al quoziente che bisogna porre nella colonna delle travette. Siccome rimangono 10 pollici che non bastano par fare un piede, si metterà zero nella colonna dei piedi ed i 10 pollici immediatamente dopo, così si hanno 2 travette, 1 piede e 10 pollici cui poscia bisogna moltiplicare per la lunghezza del palo, cioè per 4 tese, 3 piedi e 6 pollici, come nella misurazione ordinaria, e si troveranno 9 travette, 4 piedi, 9 pollici e 10 linee, pel valore del palo.

303. Se si avessero varj pali della stessa grossezza bisognerebbe trovare come si è fatto, la superficie de' loro cerchi comuni, dividerla del pari per 72 ond' avere delle basi di travette e moltiplicare il quoto per la somma di tutte le lunghezze diverse. Del resto ecco l'uso della Tavola da me annunziata.

Le colonne più strette comprendono le lunghezze dei pali andando in progressione aritmetica dai 5 ai 40 piedi. Allato di ciascuna di tali lunghezze di pali è notata la quantità di travette, piedi, pollici e linee di travette, corrispondenti al diametro comune alle stesse lunghezze. Questi diametri vanno pur essi in progressione aritmetica dai 5 ai 36 pollici.

Volendo conoscere il valore di un palo il cui diametro fosse 15 pollici e la lunghezza 30 piedi, bisogna cercare alla sommità della tavola il diametro di 15 pollici ed al di sotto la lunghezza 30 che gli corrisponde: accanto di tal numero si troveranno 12 travette, un piede, 7 pollici ed 11 linee, pel valore cercato, e così degli altri.

Se si avessero degli alberi o dei pali la cui lunghezza fosse maggiore di 40 piedi, per esempio di 64, con un diametro di 28 pollici, bisognerebbe prendere la metà di tale lunghezza, che è 32 piedi, cercarla nella colonna del diametro di 28 pollici e si troveranno 45 travette, 3 piedi, 9 pollici e 4 linee, che duplicate danno 91 travette, un piede, 6 pollici ed 8 linee par l'intero pezzo. Sarà lo stesso degli altri fino a 80 piedi di lun-

ghezza, che è il massimo che si trovi. Di più, succedendo il caso che la lunghezza avesse 6 pollici più del numero di piedi che la compongono, come sarebbe un palo di 12 piedi e 6 pollici, bisognerebbe sommare insieme le lunghezze di quello di 12 e di 13 piedi appartenenti allo stesso diametro, e prendere la metà della somma che darà esattamente ciò che si domanda. Io mi limito alla parte aliquota di 6 pollici che è la massima esattezza che si apporta in questa specie di calcoli, mentre pel diametro, un pollice di più o di meno forma un oggetto considerevole, perocchè la differenza che può essere espressa da quella dei quadrati dei diametri si estende per tutta la lunghezza, alla qual cosa bisogna aver riguardo.

436. Agl'ingegneri aventi una grande pratica di quanto appartiene alla costruzione, e pei quali non sono fatti nè questo, nè il precedente capitolo, sembrerà forse strana cosa che me ne sia occupato; ma io li prego di ricordarsi che quando essi cominciarono soltanto dopo un certo tempo si resero famigliari una quantità di dettagli, la cui forma, per istabilirne gli stati, li imbarazzò da principio perchè la sola pratica poteva farli conoscer loro approfittando di ciò che vedevano fare dai loro predecessori, non offrendo i libri nulla di acconcio per metterli sulla via di una delle più essenziali parti dell'arte loro; poichè eccetto la Geometria Pratica di Clermont, che parla alquanto della misura del legname e pochissimo delle perizie, senza menzionare l'ordine che si deve tenere, non abbiamo verun scritto su tale materia, nondimeno il poco che ne ha detto è divenuto a molti ingegneri, architetti ed appaltatori assai più utile di tutto ciò che si può vedere negli altri libri dello stesso genere, perocchè l'autore avea molta pratica ed intendeva perfettamente ciò che voleva insegnare agli altri, il che non sempre succede.

In quanto alla Tavola che io do per la misurazione dei legni rotondi non si può negare che sia di grande utilità nei lavori dell'Architettura Idraulica, come in quelli dei Ponti e delle Strade; confesso che non mi sarei dato la pena di calcolarla ora, ma avendola fatta in gioventù per facilitare il pagamento del trasporto al centinajo delle travi per una grande quantità di legno in tronchi, destinato alla costruzione di una fonderia di cannoni progettata nell'arsenale di La Fere, ho creduto che gli appaltatori principalmente che fanno di spesso grandi acquisti di legname di tal specie, sarebbero contenti di qui trovarla.

TAVOLA

Per la misurazione dei legnami.

Diametro di 5 pollici.					Diametro di 6 pollici.					Diametro di 7 pollici.					Diametro di 8 pollici.				
Lunghezza dei pali.	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza dei pali.	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza dei pali.	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza dei pali.	sol.	pie.	pol.	lin.
5	0	1	4	4	5	0	1	11	7	5	0	2	8	1	5	0	3	2	11
6	0	1	7	7	6	0	2	4	3	6	0	3	2	6	6	0	4	5	3
7	0	1	10	11	7	0	2	9	0	7	0	3	8	11	7	0	4	10	8
8	0	2	2	2	8	0	3	1	8	8	0	4	3	4	8	0	5	7	0
9	0	2	5	5	9	0	3	6	5	9	0	4	9	9	9	1	0	3	5
10	0	2	8	9	10	0	3	11	1	10	0	5	4	2	10	1	0	11	9
11	0	3	0	0	11	0	4	3	10	11	0	5	10	7	11	1	1	8	2
12	0	3	3	3	12	0	4	8	7	12	1	0	5	0	12	1	2	4	7
13	0	3	6	6	13	0	5	1	3	13	1	0	11	5	13	1	3	0	11
14	0	3	9	10	14	0	6	6	0	14	1	1	5	10	14	1	3	9	4
15	0	4	1	1	15	0	5	10	8	15	1	2	0	3	15	1	4	5	8
16	0	4	4	4	16	1	0	3	5	16	1	2	6	8	16	1	5	2	1
17	0	4	7	7	17	1	0	8	1	17	1	3	1	2	17	1	5	10	5
18	0	4	10	11	18	1	1	0	10	18	1	3	7	6	18	2	0	6	10
19	0	5	2	2	19	1	1	5	3	19	1	4	1	11	19	2	1	3	3
20	0	5	5	5	20	1	1	10	7	20	1	4	8	4	20	2	1	11	7
21	0	5	8	9	21	1	2	3	0	21	1	5	2	9	21	2	2	8	0
22	1	0	0	0	22	1	2	7	8	22	1	5	9	2	22	2	3	4	4
23	1	0	3	3	23	1	3	0	5	23	2	0	3	7	23	2	4	0	5
24	1	0	6	7	24	1	3	5	1	24	2	0	10	0	24	2	4	9	1
25	1	0	9	10	25	1	3	9	10	25	2	1	4	5	25	2	5	5	6
26	1	1	1	1	26	1	4	2	7	26	2	1	10	10	26	3	0	1	11
27	1	1	4	4	27	1	4	7	3	27	2	2	5	3	27	3	0	10	3
28	1	1	7	8	28	1	5	0	0	28	2	2	11	8	28	3	1	6	8
29	1	1	10	11	29	1	5	4	8	29	2	3	6	1	29	3	2	3	5
30	1	2	2	2	30	1	5	9	5	30	2	4	0	6	30	3	2	11	5
31	1	2	5	5	31	2	0	2	1	31	2	4	6	11	31	3	3	7	9
32	1	2	8	9	32	2	0	6	10	32	2	5	1	4	32	3	4	4	2
33	1	3	0	0	33	2	0	11	7	33	2	5	7	9	33	3	5	0	7
34	1	3	3	3	34	2	1	9	3	34	3	0	2	2	34	3	5	8	11
35	1	3	6	7	35	2	1	4	0	35	3	0	8	7	35	4	0	5	4
36	1	3	9	10	36	2	2	1	8	36	3	1	3	0	36	4	1	1	8
37	1	4	1	1	37	2	2	6	5	37	3	1	9	5	37	4	1	10	1
38	1	4	4	4	38	2	2	11	1	38	3	2	3	10	38	4	2	6	5
39	1	4	7	8	39	2	3	3	10	39	3	2	10	3	39	4	3	2	10
40	1	4	10	11	40	2	3	8	7	40	3	3	4	8	40	4	3	11	3

TAVOLA

Per la misurazione dei legnami.

Diametro di 9 pollici.					Diametro di 10 pollici.					Diametro di 11 pollici.					Diametro di 12 pollici.				
Lunghezza dei pali.	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza dei pali.	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza dei pali.	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza dei pali.	sol.	pie.	pol.	lin.
5	0	4	5	0	5	0	5	5	5	5	1	0	7	2	5	1	1	10	3
6	0	5	3	7	6	1	0	6	6	6	1	1	11	0	6	1	3	5	1
7	1	0	2	3	7	1	1	7	8	7	1	3	2	11	7	1	5	0	0
8	1	1	0	10	8	1	2	8	9	8	1	4	6	9	8	2	0	6	10
9	1	1	11	5	9	1	3	9	10	9	1	5	10	7	9	2	2	1	8
10	1	2	10	1	10	1	4	10	11	10	2	1	2	5	10	2	3	8	6
11	1	3	8	8	11	2	0	0	0	11	2	2	6	3	11	2	5	3	5
12	1	4	7	3	12	2	1	1	1	12	2	3	10	1	12	3	0	10	3
13	1	5	5	10	13	2	2	2	2	13	2	5	1	11	13	3	2	5	1
14	2	0	4	6	14	2	3	3	4	14	3	0	5	10	14	3	4	0	0
15	2	1	3	1	15	2	4	4	5	15	3	1	9	8	15	3	5	6	10
16	2	2	1	8	16	2	5	5	6	16	3	3	1	6	16	4	1	1	8
17	2	3	0	4	17	3	0	6	7	17	3	4	5	4	17	4	2	8	6
18	2	3	10	11	18	3	1	7	8	18	3	5	9	2	18	4	4	3	5
19	2	4	9	6	19	3	2	8	9	19	4	1	1	0	19	4	5	10	3
20	2	5	8	1	20	3	3	9	10	20	4	2	4	0	20	5	1	5	1
21	3	0	6	9	21	3	4	11	0	21	4	3	8	9	21	5	3	0	0
22	3	1	5	4	22	4	0	0	1	22	4	5	0	7	22	5	4	6	10
23	3	2	3	11	23	4	1	1	2	23	5	0	4	5	23	6	0	1	8
24	3	3	2	7	24	4	2	2	3	24	5	1	8	3	24	6	1	8	6
25	3	4	1	2	25	4	3	3	4	25	5	3	0	1	25	6	3	3	5
26	3	4	11	9	26	4	4	4	5	26	5	4	3	11	26	6	4	10	3
27	3	5	10	4	27	4	5	5	6	27	5	5	7	9	27	7	0	5	1
28	4	0	9	0	28	5	0	6	8	28	6	0	11	8	28	7	2	0	0
29	4	1	7	7	29	5	1	7	9	29	6	2	3	6	29	7	3	6	10
30	4	2	6	2	30	5	2	8	10	30	6	3	7	4	30	7	5	1	8
31	4	3	4	9	31	5	3	9	11	31	6	4	11	2	31	8	0	8	6
32	4	4	3	5	32	5	4	11	0	32	7	0	3	0	32	8	2	3	5
33	4	5	2	0	33	6	0	0	1	33	7	1	6	10	33	8	3	10	3
34	5	0	0	7	34	6	1	1	2	34	7	2	10	8	34	8	5	5	1
35	5	0	11	3	35	6	2	2	4	35	7	4	2	7	35	9	1	0	0
36	5	1	9	10	36	6	3	3	5	36	7	5	6	5	36	9	2	6	10
37	5	2	8	5	37	6	4	4	6	37	8	0	10	3	37	9	4	1	8
38	5	3	7	1	38	6	5	5	7	38	8	2	2	1	38	9	5	8	6
39	5	4	5	8	39	7	0	6	8	39	8	3	5	11	39	10	1	3	5
40	5	5	4	3	40	7	1	7	9	40	8	4	9	9	40	10	2	10	3

TAVOLA

Per la misurazione dei legnami.

Diametro di 13 pollici.					Diametro di 14 pollici					Diametro di 15 pollici.					Diametro di 16 pollici.				
Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.
piedi					piedi					piedi					piedi				
5	1	3	2	7	5	1	4	8	4	5	2	0	3	3	5	2	1	11	7
6	1	5	0	9	6	2	0	10	0	6	2	2	8	9	6	2	4	9	1
7	2	0	10	11	7	2	2	11	8	7	2	5	2	3	7	3	1	6	8
8	2	2	9	0	8	2	5	1	4	8	3	1	7	8	8	3	4	4	2
9	2	4	7	1	9	3	1	3	0	9	3	4	1	2	9	4	1	1	8
10	3	0	5	3	10	3	3	4	8	10	4	0	6	7	10	4	3	11	2
11	3	2	3	5	11	3	5	6	4	11	4	3	0	1	11	5	3	8	9
12	3	4	1	7	12	4	5	8	0	12	4	1	5	6	12	5	0	6	3
13	3	5	11	8	13	4	3	9	8	13	5	5	11	0	13	6	3	3	9
14	4	1	9	10	14	4	5	11	4	14	5	4	4	6	14	6	3	1	4
15	4	3	7	11	15	5	2	1	0	15	6	0	9	11	15	6	5	10	10
16	4	5	6	1	16	5	4	2	8	16	6	3	3	5	16	7	2	8	4
17	5	1	4	2	17	6	0	4	4	17	6	5	8	10	17	7	5	5	10
18	5	3	2	4	18	6	2	6	0	18	7	2	2	4	18	8	2	3	5
19	5	5	0	5	19	6	4	7	8	19	7	4	7	9	19	8	5	0	11
20	6	0	10	7	20	7	0	9	4	20	8	1	1	3	20	9	1	10	5
21	6	2	8	9	21	7	2	11	0	21	8	3	6	9	21	9	4	8	0
22	6	4	6	10	22	7	5	0	8	22	9	0	0	2	22	10	1	5	6
23	7	0	5	0	23	8	1	2	4	23	9	2	5	8	23	10	4	3	0
24	7	2	3	1	24	8	3	4	0	24	9	4	11	1	24	11	1	0	6
25	7	4	1	3	25	8	5	5	8	25	10	1	4	7	25	11	3	10	1
26	7	5	11	5	26	9	1	7	4	26	10	3	10	0	26	12	0	7	7
27	8	1	9	6	27	9	3	9	0	27	11	0	3	6	27	12	3	5	1
28	8	3	7	8	28	9	5	10	8	28	11	2	9	0	28	13	0	2	8
29	8	5	5	9	29	10	2	0	4	29	11	5	2	5	29	13	3	1	2
30	9	1	3	11	30	10	4	2	0	30	12	1	7	11	30	13	5	9	8
31	9	3	2	0	31	11	0	3	8	31	12	4	1	4	31	14	2	7	2
32	9	5	0	2	32	11	2	5	4	32	13	0	6	10	32	14	5	4	9
33	10	0	10	3	33	11	4	7	0	33	13	3	0	3	33	15	2	2	3
34	10	2	8	5	34	12	0	8	8	34	13	5	5	9	34	15	4	11	9
35	10	4	6	7	35	12	2	10	4	35	14	1	11	3	35	16	1	9	4
36	11	0	4	8	36	12	5	0	0	36	14	4	4	8	36	16	4	6	10
37	11	2	2	10	37	13	1	1	8	37	15	0	10	2	37	17	1	4	4
38	11	4	0	11	38	13	3	3	4	38	15	3	3	7	38	17	4	1	10
39	11	5	11	1	39	13	5	5	0	39	15	5	9	1	39	18	0	11	5
40	12	1	9	2	40	14	1	6	8	40	16	2	2	6	40	18	3	8	11

TAVOLA

Per la misurazione dei legnami.

Diametro di 17 pollici.					Diametro di 18 pollici.					Diametro di 19 pollici.					Diametro di 20 pollici.				
Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.
piedi					piedi					piedi					piedi				
5	2	3	9	2	5	2	5	8	1	5	3	1	8	8	5	3	3	9	10
6	3	0	10	0	6	3	3	2	7	6	3	5	7	7	6	4	2	2	3
7	3	4	0	11	7	4	0	9	0	7	4	3	6	11	7	5	0	9	8
8	4	1	2	9	8	4	4	3	5	8	5	1	6	2	8	5	4	11	0
9	4	4	4	7	9	5	1	9	10	9	5	5	5	5	9	6	3	3	5
10	5	1	6	5	10	5	5	4	3	10	6	3	4	9	10	7	1	7	9
11	5	4	8	3	11	6	2	10	8	11	7	1	4	0	11	8	0	0	2
12	6	1	11	1	12	7	0	5	1	12	7	5	3	3	12	8	4	4	6
13	6	4	10	11	13	7	3	11	7	13	8	3	2	6	13	9	2	8	11
14	7	2	1	10	14	8	1	6	0	14	9	1	1	10	14	19	1	1	4
15	7	5	3	8	15	8	5	0	5	15	9	5	1	1	15	10	5	5	8
16	8	2	5	6	16	9	2	6	10	16	10	3	0	4	16	11	3	10	1
17	8	5	7	4	17	10	0	1	3	17	11	0	11	7	17	12	2	2	5
18	9	2	9	2	18	10	3	7	8	18	11	4	10	11	18	13	0	6	10
19	9	5	11	0	19	11	1	2	1	19	12	2	18	2	19	13	4	11	2
20	10	3	0	11	20	11	4	8	7	20	13	0	9	5	20	14	3	3	7
21	11	0	2	9	21	12	2	3	0	21	13	4	8	9	21	15	1	8	0
22	11	3	4	7	22	12	5	9	5	22	14	2	8	0	22	16	0	0	4
23	12	0	6	5	23	13	3	3	10	23	15	0	7	3	23	16	4	4	9
24	12	3	8	3	24	14	0	10	8	24	15	4	6	6	24	17	2	9	1
25	13	0	10	1	25	14	4	4	3	25	16	2	5	10	25	18	1	1	6
26	13	3	11	11	26	15	1	11	1	26	17	0	5	1	26	18	5	5	10
27	14	1	1	9	27	15	5	5	6	27	17	4	4	4	27	19	3	10	3
28	14	4	3	8	28	16	3	0	0	28	18	2	3	8	28	20	2	2	8
29	15	1	5	6	29	17	0	6	5	29	19	0	2	11	29	21	0	7	0
30	15	4	7	4	30	17	4	0	10	30	19	4	2	2	30	21	4	11	5
31	16	1	9	2	31	18	1	7	3	31	20	2	1	5	31	22	3	3	9
32	16	4	11	0	32	18	5	1	8	32	21	0	0	9	32	23	1	8	2
33	17	2	0	0	33	19	2	9	1	33	21	4	0	0	33	24	0	0	6
34	17	5	2	8	34	20	0	8	7	34	22	1	11	3	34	24	4	4	11
35	18	2	4	7	35	20	3	2	0	35	22	5	10	7	35	25	2	9	4
36	18	5	6	5	36	21	1	9	5	36	23	3	9	10	36	26	1	1	8
37	19	2	8	3	37	21	4	3	10	37	24	1	9	1	37	26	5	6	1
38	29	5	10	1	38	22	2	4	3	38	24	5	8	4	38	27	3	10	5
39	20	2	11	11	39	22	5	10	8	39	25	3	7	8	39	28	2	2	10
40	21	0	1	9	40	23	3	5	1	40	26	1	6	11	40	29	0	7	2

TAVOLA

Per la misurazione dei legnami.

Diametro di 21 pollici.					Diametro di 22 pollici.					Diametro di 23 pollici.					Diametro di 24 pollici.				
Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.
piedi					piedi					piedi					piedi				
5	4	0	0	9	5	4	2	4	10	5	4	4	10	4	5	5	1	5	1
6	4	4	10	6	6	5	1	8	3	6	5	4	7	7	6	6	1	8	6
7	5	3	8	3	7	6	0	11	8	7	6	4	4	11	7	7	2	0	0
8	6	2	6	0	8	7	0	3	0	8	7	4	2	2	8	8	2	3	5
9	7	0	3	9	9	7	5	6	5	9	8	3	11	5	9	9	2	6	10
10	8	1	1	6	10	8	4	9	9	10	9	3	8	8	10	10	2	10	3
11	8	4	11	3	11	9	4	1	2	11	10	3	6	0	11	11	3	1	8
12	9	3	9	0	12	10	3	4	6	12	11	3	3	3	12	12	3	5	1
13	10	2	6	9	13	11	2	7	11	13	12	3	0	6	13	13	3	8	6
14	11	1	4	6	14	12	1	11	4	14	13	2	9	10	14	14	4	0	0
15	12	0	2	3	15	13	1	2	8	15	14	2	7	1	15	15	4	3	5
16	12	5	0	0	16	14	0	6	1	16	15	2	4	4	16	16	4	6	10
17	13	3	9	9	17	14	5	9	5	17	16	2	1	7	17	17	4	10	3
18	14	2	7	6	18	15	5	0	10	18	17	1	10	11	18	18	5	1	8
19	15	1	5	3	19	16	4	4	2	19	18	1	8	2	19	19	5	5	1
20	16	0	3	10	20	17	3	7	7	20	19	1	5	5	20	20	5	8	6
21	16	5	0	9	21	18	2	21	0	21	20	1	2	9	21	22	0	0	0
22	17	3	10	6	22	19	2	2	4	22	21	1	0	0	22	23	0	3	5
23	18	2	8	3	23	20	1	5	9	23	22	0	9	3	23	24	0	6	10
24	19	1	6	0	24	21	0	9	1	24	23	0	6	6	24	25	0	10	3
25	20	0	3	9	25	22	0	0	6	25	24	0	3	10	25	26	1	1	8
26	20	5	1	6	26	22	5	3	10	26	25	0	1	1	26	27	1	5	1
27	21	3	11	3	27	23	4	7	3	27	25	5	10	4	27	28	1	8	6
28	22	2	9	0	28	24	3	10	8	28	26	5	7	8	28	29	2	0	0
29	23	1	6	9	29	25	3	2	0	29	27	5	4	11	29	30	2	3	5
30	24	0	4	6	30	26	2	5	5	30	28	5	2	2	30	31	2	6	10
31	24	5	2	3	31	27	1	8	9	31	29	4	11	5	31	32	2	10	3
32	25	4	0	0	32	38	1	0	2	32	30	4	8	9	32	33	3	1	8
33	26	2	9	0	33	29	0	3	6	33	31	4	6	0	33	34	3	5	1
34	27	1	7	6	34	29	5	6	11	34	32	4	3	3	34	35	3	8	6
35	28	0	5	3	35	30	4	10	4	35	33	4	0	7	35	36	4	0	0
36	28	5	3	0	36	31	4	1	8	36	34	3	9	10	36	37	4	3	5
37	29	4	0	9	37	32	3	5	1	37	35	3	7	1	37	38	4	6	10
38	30	2	10	6	38	33	2	8	5	38	36	3	4	4	38	39	5	10	3
39	31	1	8	3	39	34	1	11	10	39	37	3	1	8	39	40	5	1	8
40	32	0	6	0	40	35	1	3	2	40	38	2	10	11	40	41	5	5	1

TAVOLA

Per la misurazione dei legnami.

Diametro di 25 pollici.					Diametro di 26 pollici.					Diametro di 27 pollici.					Diametro di 28 pollici.				
Lunghezza piedi	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza piedi	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza piedi	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza piedi	sol.	pie	pol.	lin.
5	5	4	1	2	5	6	0	10	7	5	6	3	9	10	5	7	0	9	4
6	6	4	11	0	6	7	2	3	1	6	7	5	8	9	6	8	3	4	0
7	7	5	8	31	7	8	3	7	7	7	9	1	8	3	7	9	5	10	8
8	9	0	6	9	8	9	5	0	2	8	10	3	7	8	8	11	2	5	4
9	10	1	4	7	9	11	0	4	8	9	11	5	7	2	9	12	5	0	0
10	11	2	2	5	10	12	1	9	2	10	13	1	6	7	10	14	1	6	8
11	12	3	0	3	11	13	3	1	9	11	14	3	6	1	11	15	4	1	4
12	13	3	10	1	12	14	4	6	3	12	15	5	5	6	12	15	0	8	0
13	14	4	7	11	13	15	5	10	9	13	17	1	5	0	13	17	3	2	8
14	15	5	5	10	14	17	1	3	4	14	18	3	4	6	14	18	5	9	4
15	17	0	3	8	15	18	2	7	10	15	19	5	3	11	15	19	2	4	0
16	18	1	1	6	16	19	4	0	4	16	21	1	3	5	16	21	4	10	8
17	19	1	11	4	17	20	5	4	10	17	22	3	2	10	17	22	1	5	4
18	20	2	9	2	18	22	0	9	5	18	23	5	2	4	18	24	4	0	0
19	21	3	7	0	19	23	2	1	11	19	25	1	1	9	19	25	0	6	8
20	22	4	4	10	20	24	3	6	5	20	26	3	1	4	20	27	3	1	4
21	23	5	2	9	21	25	4	11	0	21	27	5	0	9	21	28	5	8	0
22	25	0	0	7	22	27	0	3	6	22	29	1	0	2	22	29	2	2	8
23	26	0	10	5	23	28	1	8	0	23	30	2	11	8	23	31	4	9	4
24	27	1	8	5	24	29	3	0	6	24	31	4	11	1	24	32	1	4	0
25	28	2	6	1	25	30	4	5	1	25	33	0	10	7	25	34	3	10	8
26	29	3	3	11	26	31	5	9	7	26	34	2	10	0	26	35	0	5	4
27	30	4	1	9	27	33	1	2	1	27	35	4	9	6	27	38	3	0	0
28	31	4	11	8	28	34	2	6	8	28	37	0	9	0	28	39	5	6	8
29	32	5	9	6	29	35	3	11	2	29	38	2	8	5	29	41	2	1	4
30	34	0	7	4	30	36	5	3	8	30	39	4	7	11	30	42	4	8	0
31	35	1	5	2	31	38	0	8	2	31	41	0	7	4	31	44	1	2	8
32	36	2	3	0	32	39	2	0	9	32	42	2	6	10	32	45	3	9	4
33	37	3	0	10	33	40	3	5	3	33	43	4	9	3	33	47	0	4	0
34	38	3	10	8	34	41	4	9	9	34	45	0	5	9	34	48	2	10	8
35	39	4	8	7	35	43	0	2	4	35	46	2	5	3	35	49	5	5	4
36	40	5	6	5	36	44	1	6	10	36	47	4	4	8	36	51	2	0	0
37	42	0	4	3	37	45	2	11	4	37	49	0	4	2	37	52	4	6	8
38	43	1	2	1	38	46	4	3	10	38	50	2	3	7	38	54	1	1	4
39	54	1	11	11	39	47	5	8	5	39	51	4	3	1	39	55	3	8	0
40	45	2	9	9	40	46	1	0	11	40	53	0	2	6	40	57	0	2	8

TAVOLA

Per la misurazione dei legnami.

Diametro di 29 pollici.					Diametro di 30 pollici.					Diametro di 31 pollici.					Diametro di 32 pollici.				
Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.
piedi					piedi					piedi					piedi				
5	7	3	10	7	5	8	1	1	3	5	8	1	5	2	5	9	1	10	5
6	8	1	0	9	6	9	4	11	1	6	10	2	11	0	6	11	1	0	6
7	10	4	2	11	7	11	2	9	0	7	12	1	4	10	7	13	0	2	8
8	12	1	5	0	8	13	0	6	10	8	13	5	10	8	8	14	5	4	9
9	13	4	7	2	9	14	4	4	8	9	15	4	4	6	9	16	4	6	10
10	15	1	9	3	10	16	2	2	6	10	17	2	10	4	10	18	3	8	11
11	16	4	11	5	11	18	0	0	5	11	19	1	4	2	11	20	2	11	0
12	18	2	1	6	12	19	3	10	3	12	20	5	10	0	12	22	2	1	1
13	19	5	3	8	13	21	1	8	1	13	22	4	3	10	13	24	1	3	2
14	21	2	5	10	14	22	5	6	0	14	24	2	9	8	14	26	1	5	4
15	22	5	7	11	15	24	3	3	10	15	26	1	3	6	15	27	5	7	5
16	24	2	10	1	16	26	1	1	8	16	27	5	9	4	16	29	4	9	6
17	26	5	0	2	17	27	4	11	6	17	29	4	3	2	17	31	3	11	7
18	27	2	2	4	18	29	2	9	5	18	31	2	9	0	18	33	3	1	8
19	29	0	4	5	19	31	0	7	3	19	33	1	2	10	19	35	2	3	9
20	30	3	6	7	20	32	4	5	1	20	34	5	8	8	20	37	1	5	10
21	32	0	8	9	21	34	2	3	0	21	36	4	2	6	21	39	0	8	0
22	33	3	10	10	22	36	0	0	10	22	38	2	8	4	22	40	5	10	1
23	35	0	1	0	23	37	3	10	8	23	40	1	2	2	23	42	5	0	2
24	36	3	3	1	24	39	2	8	6	24	41	4	8	4	24	44	4	2	3
25	38	1	5	3	25	40	5	6	5	25	43	5	1	10	25	46	3	4	4
26	39	4	7	4	26	42	3	4	3	26	45	2	7	8	26	48	2	6	5
27	41	1	9	6	27	44	1	2	1	27	47	1	1	6	27	40	1	8	6
28	42	2	11	8	28	45	5	0	0	28	48	5	7	4	28	52	0	10	8
29	44	2	1	9	29	47	2	9	10	29	50	4	1	2	29	54	0	0	9
30	45	5	3	11	30	49	0	7	8	30	52	2	7	0	30	55	5	2	10
31	47	2	6	0	31	50	4	5	6	31	54	1	0	10	31	57	4	4	11
32	48	5	8	2	32	52	2	3	5	32	55	5	6	8	32	59	3	7	0
33	50	2	10	3	33	54	0	1	3	33	57	4	0	6	33	61	2	6	1
34	52	0	0	5	34	55	3	11	1	34	59	2	6	4	34	63	1	11	2
35	53	2	2	7	35	57	1	9	0	35	61	1	0	2	35	65	1	1	4
36	55	0	4	8	36	58	5	7	0	36	62	5	6	0	36	67	0	3	5
37	56	3	6	10	37	60	3	4	10	37	64	3	11	10	37	68	5	5	6
38	58	8	8	11	38	62	1	1	8	38	66	2	5	8	38	70	4	7	7
39	59	3	11	1	39	63	5	0	7	39	68	0	11	6	39	72	3	9	8
40	61	1	1	2	40	65	2	10	5	40	69	5	5	9	40	74	2	11	9

TAVOLA

Per la misurazione dei legnami.

Diametro di 33 pollici.					Diametro di 34 pollici.					Diametro di 35 pollici.					Diametro di 36 pollici.				
Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.	Lunghezza	sol.	pie.	pol.	lin.
piedi					piedi					piedi					piedi				
5	9	5	5	0	5	10	3	0	10	5	11	0	10	1	5	11	4	8	6
6	11	5	8	7	6	12	3	8	3	6	13	2	2	4	6	14	0	10	3
7	13	5	2	3	7	14	4	3	8	7	15	3	6	11	7	16	3	0	0
8	15	5	0	10	8	16	4	11	0	8	17	4	11	4	8	18	5	1	8
9	17	4	11	5	9	18	5	6	5	9	20	0	3	9	9	21	1	3	5
10	19	4	10	0	10	21	0	1	9	10	22	1	8	2	10	23	3	5	1
11	21	4	8	8	11	23	0	9	2	11	24	3	0	7	11	25	5	6	10
12	23	4	7	3	12	25	1	4	6	12	26	4	5	0	12	28	1	8	6
13	25	4	5	10	13	27	1	11	11	13	28	5	9	5	13	30	3	10	3
14	27	4	4	6	14	29	2	7	4	14	31	1	1	10	14	33	0	0	0
15	29	4	3	1	15	31	3	2	8	15	33	2	6	3	15	35	2	1	8
16	31	4	1	8	16	33	3	10	1	16	35	3	10	8	16	37	4	3	5
17	33	4	0	3	17	35	4	5	5	17	37	5	3	1	17	40	0	3	1
18	35	3	10	11	18	37	5	0	10	18	30	0	7	6	18	42	2	6	10
19	37	3	9	6	19	39	5	8	2	19	42	1	11	11	19	44	4	8	6
20	39	3	8	1	20	41	0	3	7	20	44	3	4	4	20	47	0	10	3
21	41	3	6	9	21	44	0	11	0	21	46	4	8	9	21	49	3	0	0
22	43	3	5	4	22	46	1	6	4	22	48	0	1	2	22	51	5	1	0
23	45	3	3	11	23	48	2	1	9	23	41	1	5	7	23	54	1	3	5
24	47	3	2	6	24	50	2	6	1	24	53	2	10	0	24	56	3	5	1
25	49	3	1	2	25	52	3	4	6	25	55	4	2	5	25	58	1	6	10
26	51	2	11	9	26	54	3	11	10	26	57	5	6	10	26	61	1	8	6
27	53	2	10	4	27	56	4	7	3	27	60	0	11	3	27	63	3	10	3
28	55	2	9	0	28	58	5	2	8	28	62	2	3	8	28	66	0	0	0
29	57	2	7	7	29	60	5	10	0	29	64	3	8	1	29	68	2	1	8
30	59	2	6	2	30	63	0	5	5	30	66	5	0	6	30	70	4	3	5
31	61	2	4	9	31	65	1	0	9	31	79	0	4	11	31	73	0	5	1
32	63	2	5	3	32	67	1	8	2	32	71	1	9	4	32	75	2	6	10
33	65	2	2	0	33	69	2	3	6	33	73	3	1	9	33	77	4	8	6
34	67	2	0	7	34	71	2	10	11	34	75	4	6	2	34	80	0	10	3
35	69	1	11	3	35	73	3	6	4	35	77	5	10	7	35	82	3	0	0
36	71	1	9	10	36	75	4	1	8	36	80	1	3	0	36	84	5	1	8
37	73	1	8	5	37	77	4	9	1	37	82	2	7	5	37	87	1	3	5
38	75	1	7	0	38	79	5	4	5	38	84	3	11	10	38	89	3	5	1
39	77	1	5	8	39	81	5	11	10	39	86	5	4	3	39	91	5	6	10
40	79	1	4	3	40	84	0	7	2	40	89	0	8	8	40	94	1	8	6

A queste Tavole dell'Autore ne aggiungeremo tre altre forniteci dall'Ingegnere Cadolini, che tornar devono non meno utili alla pratica nelle operazioni dell'Architettura in genere. — La prima serve come quella del testo a determinare il volume dei legni tondi, ma con misure metriche, la seconda presenta un prospetto delle riquadrature massime che possono ricavarsi da un albero di data circonferenza; la terza è per trovare il volume dei legnami da fabbrica riquadrati.

TAVOLA I. (Aggiunta)

Per la cubatura dei legni tondi.

Questa Tavola contiene la superficie dei circoli dai 30 ai 250 centimetri di circonferenza. Per trovare la solidità, od il volume di un albero di lunghezza nota, basterà moltiplicare la quantità che si trova nella colonna intitolata *superficie del circolo*, corrispondente alla circonferenza misurata, per la lunghezza dell'albero; il prodotto di questa moltiplica darà il volume richiesto.

Si cerchi, per esempio, la solidità di un albero della circonferenza media di met. 1,30, ossia di centimetri 130, e lungo metri 6? — Rintracciato nella colonna *circonferenza in centimetri*, il numero 130, si trova nella sua vicina alla destra, e di fronte a questo numero che la superficie del circolo di 130 centimetri di circonferenza, è uguale a $0^m,1344$, e moltiplicando questa quantità per 6 metri, si otterrà per prodotto $0^m,8064$ cubi per il volume, o cubo domandato.

Circonferenza in centimetri.	Superficie del circolo in metri.	Circonferenza in centimetri.	Superficie del circolo in metri.	Circonferenza in centimetri.	Superficie del circolo in metri.	Circonferenza in centimetri.	Superficie del circolo in metri.
28	0.00623	39	0.0121	50	0.0198	61	0.0296
29	0.0067	40	0 0127	51	0.0207	62	0.03057
30	0.00715	41	0.0134	52	0.02150	63	0.0316
31	0.0076	42	0.0140	53	0.0223	64	0.03257
32	0.0081	43	0.0147	54	0.02319	65	0.0336
33	0.0086	44	0.0154	55	0.0240	66	0.0346
34	0.0091	45	0.0161	56	0.02494	67	0.0356
35	0.0097	46	0.0168	57	0.0258	68	0.0367
36	0.0103	47	0.0175	58	0.02675	69	0.0378
37	0.0109	48	0.0183	59	0.0277	70	0.0389
38	0.0114	49	0.0191	60	0.02863	71	0.0400

Circonferenza in centimetri.	Superficie del circolo in metri.	Circonferenza in centimetri.	Superficie del circolo io metri.	Circonferenza in centimetri.	Superficie del circolo io metri.	Circonferenza in centimetri.	Superficie del circolo io metri.
72	0.0412	117	0.1088	162	0.2087	207	0.3408
73	0.0423	118	0.1107	163	0.2110	208	0.3441
74	0.0435	119	0.1126	164	0.2139	209	0.3475
75	0.0447	120	0.1145	165	0.2168	210	0.3508
76	0.0459	121	0.1164	166	0.2191	211	0.3541
77	0.0471	122	0.1183	167	0.2218	212	0.3575
78	0.0483	123	0.1203	168	0 2244	213	0.3609
79	0.0496	124	0.1222	169	0 2271	214	0.3643
80	0.0509	125	0.1242	170	0.2298	215	0.3677
81	0.0521	126	0.1260	171	0.2325	216	0.3711
82	0.0534	127	0.1282	172	0.2352	217	0.3746
83	0.0547	128	0.1303	173	0.2380	218	0.3780
84	0.0561	129	0.1323	174	0.2408	219	0.3815
85	0.0574	130	0.1344	175	0.2436	220	0.3850
86	0.0588	131	0.1365	176	0.2464	221	0.3885
87	0.0602	132	0.1386	177	0.2492	222	0 3920
88	0.0616	133	0.1406	178	0.2520	223	0.3956
89	0.0629	134	0.1428	179	0.2548	224	0.3991
90	0.0644	135	0.1449	180	0 2577	225	0.4027
91	0 0658	136	0.1471	181	0.2605	226	0.4062
92	0.0673	137	0.1492	182	0.2634	227	0.4099
93	0.0687	138	0.1512	183	0.2663	228	0.4133
94	0.0702	139	0.1536	184	0.2692	229	0.4171
95	0.0717	140	0.1558	185	0 2722	230	0.4208
96	0.0732	141	0.1581	186	0 2751	231	0.4245
97	0.0748	142	0.1603	187	0.2782	232	0 4281
98	0 0763	143	0.1626	188	0.2811	233	0.4318
99	0.0779	144	0.1649	189	0.2842	234	0.4356
100	0.0795	145	0.1672	190	0.2871	235	0.4393
101	0.0811	146	0.1695	191	0.29019	236	0.4430
102	0.0827	147	0.1718	192	0.2932	237	0 4468
103	0.0843	148	0.1742	193	0 2963	238	0.4506
104	0.0860	149	0.1765	194	0.2994	239	0.4544
105	0.0876	150	0.1789	195	0.3025	240	0.4582
106	0.0893	151	0.1813	196	0.3057	241	0.4620
107	0.0910	152	0.1837	197	0.3087	242	0 4658
108	0.0927	153	0.1862	198	0 3119	243	0.4697
109	0.0945	154	0.1886	199	0.3150	244	0.4736
110	0.0962	155	0.1910	200	0.3182	245	0.4775
111	0.0979	156	0.1935	201	0.3214	246	0.4814
112	0.0997	157	0.1960	202	0.3246	247	0.4853
113	0.1015	158	0.1985	203	0.3278	248	0.4892
114	0.1033	159	0.0210	204	0.3310	249	0.4932
115	0.1051	160	0.0236	205	0.3343	250	0.4972
116	0.1070	161	0.2061	206	0.3375		

Se cioè invece di cercare il volume di un legno tondo si vogliono conoscere le dimensioni del massimo pezzo riquadrato che si può ricavare da un albero, bisogna parimente misurarne la circonferenza, tenendola un quinto meno; dalla misura toglierne il quarto, trascurando le frazioni, ed il numero risultante sarà una delle dimensioni che si vogliono, e quindi la misura di ciascuno dei lati del pezzo riquadrato.

L' esperienza indica altresì che per avere una trave riquadrata a spigoli retti, non bisogna prendere che $\frac{23}{100}$ della circonferenza diminuita di un quinto; e per una riquadrata usualmente si prenderanno $\frac{25}{100}$.

Talvolta prima di prendere il quarto della circonferenza, non si leva che il sesto invece del quinto; ma se gli alberi sono novelli, e di poca circonferenza, si leva invece fino il quarto.

Il diametro degli alberi vestiti si misura sotto alla corteccia, e si prendono li $\frac{2}{3}$ o li $\frac{12}{17}$ del diametro per lato del quadrato.

Tutti questi metodi, sono puramente pratici; ma bastano per gli usi ordinarj.

TAVOLA II. (Aggiunta)

Per trovare le massime riquadrature ricavabili da legni tondi.

Circonferenza sovra		Quadrato.	Rettangolo.	
1 pollice di corteccia	$\frac{1}{2}$ pollice di corteccia.			
24 pol.	28 pol.	4 pol.	3 per	5 pol.
29	32	5	4	6
33	36	6	5	7
37	41	7	6	8
42	44	8	7	9
46	49	9	8	10
50	54	10	8	12
55	58	11	9	13
60	63	12	10	14
64	67	13	11	15
68	72	14	12	16
72	75	15	13	17
77	80	16	13	19
82	85	17	14	20
87	89	18	15	21
91	93	19	16	22
94	98	20	17	23
100	102	21	18	24

TAVOLA III. (Aggiunta)

Per la cubatura dei legnami di costruzione.

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.	Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
3 per 4 poll. (8 per 11 centim.)	1	0.32	»	2	0.003	3 per 6 poll. (8 per 16 centim.)	10	3.25	»	30	0.043
	2	0.65	»	4	0.006		11	3.57	»	33	0 047
	3	0.97	»	6	0.008		12	3.90	»	36	0.051
	4	1.30	»	8	0.011		13	4.22	»	39	0.056
	5	1.62	»	10	0.014		14	4.55	»	42	0.060
	6	1.95	»	12	0.017		15	4.87	»	45	0.064
	7	2.27	»	14	0.020		16	5.20	»	48	0.068
	8	2.60	»	16	0.023		17	5.22	»	51	0.073
	9	2.92	»	18	0.026		18	5.85	»	54	0.077
	10	3.25	»	20	0.028		19	6.17	»	57	0.081
	11	3.57	»	22	0.031		20	6.50	»	60	0.086
	12	3.90	»	24	0.034		21	6.82	»	63	0.090
	13	4.22	»	26	0 037		22	7.15	»	69	0.094
	14	4.55	»	28	0.040		23	7.47	»	69	0.098
	15	4.87	»	30	0.043		24	7.80	1	»	0.103
	16	5.20	»	32	0.046		25	8.12	1	3	0.107
	17	5.52	»	34	0.048	4 per 4 poll. (11 per 11 centim.)	1	0.32	»	2	0.004
	18	5.85	»	36	0.051		2	0.65	»	5	0.008
	19	6.17	»	38	0.054		3	0.97	»	8	0.011
	20	6.50	»	40	0.057		4	1.30	»	10	0.015
	21	6.82	»	42	0.060		5	1.62	»	13	0.019
	22	7.15	»	44	0.063		6	1.95	»	16	0.023
	23	7.47	»	46	0.066		7	2.27	»	18	0.027
	24	7.80	»	48	0.068		8	2.60	»	21	0.030
	25	8.12	»	50	0.070		9	2.92	»	24	0.034
3 per 6 poll. (8 per 16 centim.)	1	0.32	»	3	0.004		10	3.25	»	26	0.038
	2	0.65	»	6	0.008		11	3.57	»	29	0.042
	3	0.97	»	9	0.013		12	3.90	»	32	0.046
	4	1.30	»	12	0.017		13	4.22	»	34	0.049
	5	1.62	»	15	0.021		14	4.55	»	37	0.053
	6	1.95	»	18	0.026		15	4.87	»	40	0.057
	7	2.27	»	21	0.030		16	5.20	»	42	0.061
	8	2.60	»	24	0.034		17	5.52	»	45	0.065
	9	2.92	»	27	0.038		18	5.85	»	48	0·068

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in		Volume in		
	piedi	metri	pezzi rag.	poll. rag.	met. cub.
4 per 4 poll. (11 per 11 centim.)	19	6.17	»	50	0.072
	20	6.50	»	53	0.076
	21	6.82	»	56	0.080
	22	7.15	»	58	0,084
	23	7.47	»	61	0.087
	24	7.80	»	64	0.091
	25	8.12	»	66	0.095
4 per 5 poll. (11 per 13 centim.)	1	0.32	»	3	0.005
	2	0.65	»	6	0.009
	3	0.97	»	10	0.014
	4	1.30	»	13	0.019
	5	1.62	»	16	0.024
	6	1.95	»	20	0.028
	7	2.27	»	23	0.033
	8	2.60	»	26	0.038
	9	2.92	»	30	0.043
	10	3.25	»	33	0.046
	11	3.57	»	36	0·052
	12	3.90	»	40	0.057
	13	4.22	»	43	0.062
	14	4.55	»	46	0.067
	15	4.87	»	50	0.071
	16	5.20	»	53	0.076
	17	5.52	»	56	0.081
	18	5.85	»	60	0.086
	19	6.17	»	63	0.090
	20	6.50	»	66	0.095
	21	6.82	»	70	0.100
	22	7.15	1	1	0.105
	23	7.47	1	4	0.109
	24	7.80	1	8	0.114
	25	8.12	1	11	0.119
4 per 8 poll. (11 per 22 centim.	1	0.32	»	5	0.008
	2	0.65	»	10	0.015
	3	0.97	»	16	0.023
	4	1.30	»	21	0.030
	5	1.62	»	26	0.038
	6	1.95	»	32	0.046
	7	2.27	»	37	0.053
	8	2.60	»	42	0.061

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in		Volume in		
	piedi	metri	pezzi rag.	poll. rag.	met. cub.
4 per 8 poll. (11 per 22 centim.)	9	2.92	»	48	0.068
	10	3.25	»	53	0.076
	11	3.57	»	58	0.084
	12	3.90	»	64	0.091
	13	4.22	»	69	0.099
	14	4.55	1	2	0.107
	15	4.87	1	8	0.114
	16	5.20	1	13	0.122
	17	5.52	1	18	0.129
	18	5.85	1	24	0.137
	19	6.17	1	29	0.145
	20	6.50	1	34	0.152
	21	6.82	1	40	0.160
	22	7.15	1	45	0.167
	23	7.47	1	50	0.175
	24	7.80	1	56	0.183
	25	8.12	1	61	0.190
5 per 5 poll. (13 per 13 centim)	1	0.32	»	4	0.006
	2	0.65	»	8	0.012
	3	0.97	»	12	0.018
	4	1 30	»	16	0.024
	5	1.62	»	20	0.030
	6	1.95	»	25	0.036
	7	2.27	»	29	0.042
	8	2.60	»	33	0.048
	9	2.92	»	37	0.053
	10	3.25	»	41	0.059
	11	3.57	»	45	0.065
	12	3.90	»	50	0.071
	13	4.22	»	54	0.077
	14	4.55	»	58	0.083
	15	4.87	»	62	0.089
	16	5.20	»	66	0.095
	17	5.52	»	70	0.101
	18	5.85	1	3	0.107
	19	6.17	1	7	0.113
	20	6.50	1	11	0.119
	21	6.82	1	15	0.125
	22	7.15	1	19	0.131
	23	7.47	1	23	0.137
	24	7.80	1	28	0.143
	25	8.12	1	32	0.149

Riquadratura	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
5 per 8 poll. (13 per 22 centim.)	1	0.32	»	6	0.009
	2	0.65	»	13	0.019
	3	0.97	»	20	0.028
	4	1.30	»	26	0.038
	5	1.62	»	33	0.048
	6	1.95	»	40	0.057
	7	2.27	»	46	0.067
	8	2.60	»	53	0.076
	9	2.92	»	60	0.086
	10	3.25	»	66	0.095
	11	3.57	1	1	0.105
	12	3.90	1	8	0.114
	13	4.22	1	14	0.124
	14	4.55	1	21	0.133
	15	4.87	1	28	0.143
	16	5.20	1	34	0.152
	17	5.52	1	41	0.162
	18	5.85	1	48	0.171
	19	6.17	1	54	0.181
	20	6.50	1	61	0.190
	21	6.82	1	68	0.200
	22	7.15	2	2	0.209
	23	7.47	2	9	0.219
	24	7.80	2	16	0.228
	25	8.12	2	22	0.238
5 per 10 poll. (13 per 27 centim.)	1	0.32	»	8	0.012
	2	0.65	»	16	0.024
	3	0.97	»	25	0.036
	4	1.30	»	33	0.048
	5	1.62	»	41	0.059
	6	1.95	»	50	0.071
	7	2.27	»	58	0.083
	8	2.60	»	66	0.095
	9	2.92	1	3	0.107
	10	3.25	1	11	0.119
	11	3.57	1	19	0.131
	22	3 90	1	28	0.143
	13	4.22	1	36	0.155
	14	4.55	1	44	0.167
	15	4.87	1	53	0.178
	16	5.20	1	61	0.190
	17	5.52	1	69	0.202
	18	5.85	2	6	0.214
	19	6.17	2	14	0.226
	20	6.50	2	22	0.238
	21	6.82	2	31	0,250
	22	7.15	2	39	0.262
	23	7.47	2	47	0.274
	24	7.80	2	56	0.286
	25	8.12	2	64	0.297
6 per 6 poll. (16 per 16 centim.)	1	0.32	»	6	0.008
	2	0.65	»	12	0.017
	3	0.97	»	18	0.026
	4	1.30	»	24	0,034
	5	1.62	»	30	0.043
	6	1.95	»	36	0.051
	7	2.27	»	42	0.060
	8	2.60	»	48	0.068
	9	2.92	»	54	0.077
	10	3.25	»	60	0.086
	11	3.57	»	66	0.094
	12	3.90	1	»	0.103
	13	4.22	1	6	0.111
	14	4.55	1	12	0.120
	15	4.87	1	13	0.128
	16	5.20	1	24	0.137
	17	5.52	1	30	0.146
	18	5.85	1	36	0,154
	19	6.17	1	42	0.163
	20	6.50	1	48	0.171
	21	6.82	1	54	0.180
	22	7.15	1	60	0.188
	23	7.47	1	66	0.197
	24	7.80	2	»	0.206
	25	8.12	2	6	0.214

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub	Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
6 per 8 poll. (16 per 22 centim.)	1	0.32	»	8	0.011	6 per 9 poll. (16 per 24 centim.)	14	4.55	1	54	0.180
	2	0.65	»	16	0.023		15	4.87	1	63	0.193
	3	0.97	»	24	0.034		16	5.20	2	»	0.206
	4	1.30	»	32	0.046		17	5.52	2	9	0.218
	5	1.62	»	40	0.057		18	5.85	2	18	0.231
	6	1.95	»	48	0.068		19	6.17	2	27	0.244
	7	2.27	»	56	0.080		20	6.50	2	36	0.257
	8	2.60	»	64	0.091		21	6.82	2	45	0.270
	9	2.92	1	»	0.103		22	7.15	2	54	0.283
	10	3.25	1	8	0.114		23	7.47	2	63	0.296
	11	3.57	1	16	0.125		24	7.80	3	»	0.308
	12	3.90	1	24	0.137		25	8.12	3	9	0.321
	13	4.22	1	32	0.149						
	14	4.55	1	40	0.160	7 per 7 poll. (19 per 19 centim.)	1	0.32	»	8	0.012
	15	4.87	1	48	0.171		2	0.65	»	16	0.023
	16	5.20	1	56	0.183		3	0.97	»	24	0.035
	17	5.52	1	64	0.194		4	1.30	»	32	0.047
	18	5.85	2	»	0.206		5	1.62	»	40	0.058
	19	6.17	2	8	0.217		6	1.95	»	49	0.070
	20	6.50	2	16	0.228		7	2.27	»	57	0.082
	21	6.82	2	24	0.240		8	2.60	»	65	0.093
	22	7.16	2	32	0.250		9	2.92	1	1	0.105
	23	7.47	2	40	0.263		10	3.25	1	9	0.117
	24	7.80	2	48	0.274		11	3.57	1	17	0.128
	25	8.12	2	56	0.286		12	3.90	1	26	0.140
6 per 9 poll. (16 per 24 centim.)	1	0.32	»	9	0.013		13	4.22	1	34	0.152
	2	0.65	»	18	0.026		14	4.55	1	42	0.163
	3	0.97	»	27	0.038		15	4.87	1	50	0.175
	4	1.30	»	36	0.051		16	5.20	1	58	0.187
	5	1.62	»	45	0.064		17	5.52	1	66	0.198
	6	1.95	»	54	0.077		18	5.85	2	3	0.210
	7	2.27	»	63	0.091		19	6,17	2	11	0.221
	8	2.60	1	»	0.103		20	6,50	2	19	0.233
	9	2.92	1	9	0.116		21	6.82	2	27	0.245
	10	3.25	1	18	0.129		22	7.15	2	35	0.257
	11	3.57	1	27	0.141		23	7.47	2	43	0.268
	12	3.90	1	36	0.154		24	7.80	2	52	0.280
	13	4.22	1	45	0.167		25	8,12	2	60	0.291

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
7 per 9 poll. (19 per 24 centim.)	1	0.32	»	10	0.015
	2	0.65	»	21	0.030
	3	0.97	»	31	0.045
	4	1.30	»	42	0.060
	5	1.62	»	52	0.075
	6	1.95	»	63	0.090
	7	2.27	1	1	0.105
	8	2.60	1	12	0.120
	9	2.92	1	22	0.135
	10	3.25	1	33	0.150
	11	3.57	1	43	0.165
	12	3.90	1	54	0.180
	13	4.22	1	64	0.195
	14	4.55	2	3	0.210
	15	4.87	2	13	0.225
	16	5.20	2	24	0.240
	17	5.52	2	34	0.255
	18	5.85	2	45	0.270
	19	6.17	2	55	0.285
	20	6.50	2	66	0.300
	21	6.82	3	4	0.315
	22	7.15	3	15	0.330
	23	7.47	3	25	0.345
	24	7.80	3	36	0.360
	25	8.12	3	46	0.375
7 per 10 poll. (19 per 27 centim.)	1	0.32	»	11	0.017
	2	0.65	»	23	0.033
	3	0.97	»	35	0.050
	4	1.30	»	46	0.067
	5	1.62	»	58	0.083
	6	1.95	»	70	0.100
	7	2.27	1	9	0.117
	8	2.60	1	21	0.133
	9	2.92	1	33	0.150
	10	3.25	1	44	0.167
	11	3.57	1	56	0.183
	12	3.90	1	68	0.200
	13	4.22	2	7	0.217

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
7 per 10 poll. (19 per 27 centim.)	14	4.55	2	19	0.233
	15	4.87	2	31	0.250
	16	5.20	2	42	0.267
	17	5.52	2	54	0.283
	18	5.85	2	66	0.300
	19	6.17	3	5	0.317
	20	6.50	3	17	0.333
	21	6.82	3	29	0.350
	22	7.15	3	40	0.367
	23	7.47	3	52	0.383
	24	7.80	3	64	0.400
	25	8.12	4	3	0.417
8 per 8 poll. (22 per 22 centim.)	1	0.32	»	10	0.015
	2	0.65	»	21	0.030
	3	0.97	»	32	0.046
	4	1.30	»	42	0.061
	5	1.62	»	53	0.075
	6	1.95	»	64	0.091
	7	2.27	1	2	0.106
	8	2.60	1	13	0.122
	9	2.92	1	24	0.137
	10	3.25	1	34	0.152
	11	3.55	1	45	0.167
	12	3.90	1	56	0.183
	13	4.20	1	66	0.195
	14	4.55	2	5	0.213
	15	4.87	2	16	0.228
	16	5.20	2	26	0.243
	17	5.52	2	37	0.259
	18	5.85	2	48	0.274
	19	6.17	2	58	0.289
	20	6.50	2	69	0.305
	21	6.81	3	8	0.320
	22	7.15	3	18	0.335
	23	7.47	3	29	0.350
	24	7.80	3	40	0.366
	25	8.12	3	50	0.381

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
8 per 9 poll. (22 per 24 centim.)	1	0.32	»	12	0.017
	2	0.65	»	24	0.034
	3	0.97	»	36	0.051
	4	1.30	»	48	0.068
	5	1.62	»	60	0.086
	6	1.95	1	»	0.103
	7	2.27	1	12	0.120
	8	2.60	1	24	0.137
	9	2.92	1	36	0.154
	10	3.25	1	48	0.171
	11	3.57	1	60	0.188
	12	3.90	2	»	0.206
	13	4.22	2	12	0.223
	14	4.55	2	24	0.240
	15	4.87	2	30	0.257
	16	5.20	2	48	0.274
	17	5.52	2	60	0.291
	18	5.85	3	»	0.308
	19	6.17	3	12	0.326
	20	6.50	3	24	0.343
	21	6.82	3	36	0.360
	22	7.15	3	48	0.377
	23	7.47	3	60	0.394
	24	7.80	4	»	0.411
	25	8.12	4	12	0.428
8 per 10 poll. (22 per 27 centim.)	1	0.32	»	13	0.019
	2	0.65	»	26	0.038
	3	0.97	»	40	0.057
	4	1.30	»	53	0.076
	5	1.62	»	66	0.095
	6	1.95	1	8	0.114
	7	2.27	1	21	0.133
	8	2.60	1	34	0.152
	9	2.92	1	48	0.173
	10	3.25	1	61	0.190
	11	3.57	2	2	0.209
	12	3.90	2	16	0.229
	13	4.22	2	29	0.247
	14	4.55	2	42	0.266
	15	4.87	2	58	0.288
	16	5.20	2	69	0.305
	17	5.52	3	10	0.324
	18	5.85	3	24	0.343
	19	6.17	3	37	0.362
	20	6.50	3	50	0.381
	21	6.82	3	64	0.400
	22	7.15	4	5	0.409
	23	7.47	4	18	0.438
	24	7.80	4	32	0.457
	25	8.12	4	45	0.476
8 per 12 poll. (22 per 32 centim.)	1	0.32	»	16	0.023
	2	0.65	»	32	0.046
	3	0.97	»	48	0.068
	4	1.30	»	64	0.091
	5	1.62	1	8	0.114
	6	1.95	1	24	0.137
	7	2.27	1	40	0.160
	8	2.60	1	56	0.183
	9	2.92	2	»	0.206
	10	3.25	2	16	0.228
	11	3.57	2	32	0.251
	12	3.90	2	48	0.274
	13	4.22	2	64	0.297
	14	4.55	3	8	0.310
	15	4.87	3	24	0.343
	16	5.20	3	40	0.366
	17	5.52	3	56	0.389
	18	5.85	4	»	0.411
	19	6.17	4	16	0.434
	20	6.50	4	32	0.457
	21	6.82	4	48	0.480
	22	7.15	4	64	0.503
	23	7.47	5	8	0.525
	24	7.80	5	24	0.548
	25	8.12	5	40	0.571

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
9 per 9 poll. (24 per 24 centim.)	1	0.32	»	13	0.019
	2	0.65	»	27	0.038
	3	0.97	»	40	0.058
	4	1.30	»	54	0.077
	5	1.62	»	67	0.096
	6	1.95	1	9	0.116
	7	2.27	1	22	0.135
	8	2.60	1	36	0.154
	9	2.92	1	49	0.173
	10	3.25	1	63	0.193
	11	3.57	2	4	0.212
	12	3.90	2	18	0.231
	13	4.22	2	31	0.251
	14	4.55	2	45	0.270
	15	4.87	2	58	0.289
	16	5.20	3	»	0.308
	17	5.52	3	13	0.328
	18	5.85	3	27	0.347
	19	6.17	3	40	0.366
	20	6.50	3	54	0.386
	21	6.82	3	67	0.405
	22	7.15	4	9	0.424
	23	7.47	4	22	0.444
	24	7.80	4	36	0.462
	25	8.12	4	49	0.482
9 per 11 poll. (24 per 30 centim.)	1	0.32	»	16	0.023
	2	0.65	»	33	0.047
	3	0.97	»	49	0.061
	4	1.30	»	66	0,094
	5	1.62	1	10	0.118
	6	1.95	1	27	0.141
	7	2.27	1	43	0.165
	8	2.60	1	60	0.188
	9	2.92	2	4	0.212
	10	3.25	2	21	0.236
	11	3.57	2	37	0.259
	12	3.90	2	54	0.283
	13	4.22	2	70	0.306
9 per 11 poll. (24 per 30 centim.)	14	4.55	3	15	0.330
	15	4.87	3	31	0.353
	16	5.20	3	48	0.377
	17	5.52	3	64	0.401
	18	5.85	4	9	0.424
	19	6.17	4	25	0.448
	20	6.50	4	42	0.471
	21	6.82	4	58	0.495
	22	7,15	5	3	0.518
	23	7.47	5	19	0.542
	24	7.80	5	36	0.565
	25	8.12	5	52	0.589
9 per 12 poll. (24 per 32 centim.)	1	0.30	»	18	0.026
	2	0.65	»	36	0.051
	3	0.97	»	54	0.077
	4	1.30	1	»	0.103
	5	1.62	1	18	0.129
	6	1.95	1	36	0.154
	7	2.27	1	54	0.180
	8	2.60	2	»	0.206
	9	2.92	2	18	0.231
	10	3.25	2	36	0.257
	11	3.57	2	54	0.283
	12	3.90	3	»	0.308
	13	4.22	3	18	0.334
	14	4.55	3	36	0.360
	15	4.78	3	54	0.386
	16	5.20	4	»	0.411
	17	5.52	4	18	0.437
	18	5.85	4	36	0.463
	19	6.17	4	54	0.488
	20	6.50	5	»	0.514
	21	6.82	5	18	0.540
	22	7.15	5	36	0.565
	23	7.47	5	54	0.591
	24	7.80	6	»	0.617
	25	8.12	6	18	0.643

Riquadratura.	Longhezza dei legni in		Volume in		
	piedi	metri	pezzi rag.	poll. rag.	met. cub.
10 per 10 poll. (27 per 27 centim.)	1	0.32	»	16	0.024
	2	0.65	»	33	0.048
	3	0.97	»	50	0.071
	4	1.30	»	66	0.095
	5	1.62	1	11	0.119
	6	1.95	1	28	0.143
	7	2.27	1	44	0.167
	8	2.60	1	61	0.190
	9	2.92	2	6	0.214
	10	3.25	2	22	0.238
	11	3.57	2	39	0.261
	12	3.90	2	56	0.286
	13	4.22	3	»	0.309
	14	4.55	3	17	0.333
	15	4.87	3	34	0.357
	16	5.20	3	50	0.381
	17	5.52	3	67	0.405
	18	5.85	4	12	0.428
	19	6.17	4	28	0.452
	20	6.50	4	45	0.476
	21	6.82	4	62	0.500
	22	7.15	5	6	0.526
	23	7.47	5	23	0.548
	24	7.80	5	40	0.571
	25	8.12	5	56	0.595
10 per 12 poll. (27 per 32 centim.)	1	0.32	»	20	0.028
	2	0.65	»	40	0.057
	3	0.97	»	60	0.086
	4	1.30	1	8	0.114
	5	1.62	1	28	0.143
	6	1.95	1	48	0.171
	7	2.27	1	68	0.200
	8	2.60	2	16	0.228
	9	2.92	2	36	0.257
	10	3.25	2	56	0.286
	11	3.57	3	4	0.314
	12	3.90	3	24	0.343
	13	4.22	3	44	0.371
10 per 12 poll. (27 per 32 centim.)	14	4.55	3	64	0.400
	15	4.87	4	12	0.428
	16	5.20	4	32	0.457
	17	5.52	4	52	0.485
	18	5.85	5	»	0.514
	19	6.17	5	20	0.543
	20	6.50	5	40	0.571
	21	6.82	5	60	0.600
	22	7.15	6	8	0.628
	23	7.47	6	28	0.657
	24	7.80	6	48	0.685
	25	8.12	6	68	0.714
10 per 14 poll. (27 per 38 centim.)	1	0.32	»	23	0.033
	2	0.65	»	46	0.067
	3	0.97	»	70	0.100
	4	1.30	1	21	0.133
	5	1.62	1	44	0.167
	6	1.95	1	68	0.200
	7	2.27	2	19	0.233
	8	2.60	2	42	0.267
	9	2.92	2	66	0.300
	10	3.25	3	17	0.333
	11	3.57	3	40	0.367
	12	3.90	3	64	0.400
	13	4.22	4	15	0.433
	14	4.55	4	38	0.467
	15	4.87	4	62	0.500
	16	5.20	5	13	0.533
	17	5.52	5	36	0.567
	18	5.85	5	60	0.600
	19	6.17	6	11	0.633
	20	6.50	6	34	0.667
	21	6.82	6	58	0.700
	22	7.15	7	9	0.733
	23	7.47	7	32	0.767
	24	7.80	7	56	0.800
	25	8.12	8	7	0.833

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume io pezzi rag.	Volume io poll. rag.	Volume io met. cub.
10 per 15 poll. (27 per 41 centim.)	1	0.32	»	25	0.036
	2	0.65	»	50	0.071
	3	0.97	1	3	0.107
	4	1.30	1	28	0.133
	5	1.62	1	53	0.178
	6	1.95	2	6	0.214
	7	2.27	2	31	0.250
	8	2.60	2	56	0.285
	9	2.92	3	9	0 320
	10	3.25	3	34	0.357
	11	3.57	3	59	0.393
	12	3.90	4	12	0.428
	13	4.22	4	37	0.464
	14	4.55	4	62	0.500
	15	4.87	5	15	0.535
	16	5.20	5	40	0.572
	17	5.52	5	65	0.607
	18	5.85	6	18	0.643
	19	6.17	6	43	0.678
	20	6 50	6	68	0.714
	21	6.82	7	21	0.750
	22	7.15	7	46	0.785
	23	7.47	7	71	0 821
	24	7.80	8	24	0.857
	25	8.12	8	49	0.893
11 per 11 poll. (30 per 30 centim.)	1	0.32	»	20	0.029
	2	0.65	»	40	0.057
	3	0.97	»	60	0.086
	4	1.30	1	8	0.115
	5	1.62	1	29	0.145
	6	1.95	1	49	0.173
	7	2.27	1	69	0.202
	8	2.60	2	17	0.230
	9	2.92	2	37	0.259
	10	3.25	2	57	0.288
	11	3.57	3	5	0.317
	12	3 90	3	26	0.346
	13	4.22	3	46	0.374

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volome in pezzi rag.	Volome in poll. rag.	Volome in met. cub.
11 per 11 poll. (30 per 30 centim.)	14	4.55	3	66	0.403
	15	4 87	4	14	0.432
	16	5.20	4	34	0.461
	17	5.52	4	54	0.540
	18	5.85	5	3	0.518
	19	6.17	5	23	0.547
	20	6.50	5	43	0.578
	21	6.82	5	63	0,605
	22	7.15	6	11	0.634
	23	7.47	6	31	0.662
	24	7.80	6	51	0.691
	25	8.12	7	»	0.720
11 per 12 poll. (30 per 32 centim.)	1	0.32	»	22	0.031
	2	0.65	»	44	0.063
	3	0.97	»	66	0.094
	4	1.30	1	16	0.126
	5	1.62	1	38	0.157
	6	1.95	1	60	0.188
	7	2.27	2	10	0.220
	8	2.60	2	32	0.251
	9	2.92	2	54	0.283
	10	3.25	3	4	0.314
	11	3.57	3	26	0.346
	12	3.90	3	48	0.377
	13	4.22	3	70	0.408
	14	4.55	4	20	0.440
	15	4.87	4	42	0 471
	16	5.20	4	64	0.503
	17	5.52	5	14	0.534
	18	5.85	5	36	0.565
	19	6.17	5	58	0.597
	20	6.50	6	8	0.628
	21	6.82	6	30	0.660
	22	7.15	6	52	0.691
	23	7.47	7	2	0.723
	24	7.80	7	24	0.754
	25	8.12	7	46	0.785

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
11 per 14 poll. (30 per 38 centim.)	1	0.32	»	25	0.037
	2	0.65	»	51	0.057
	3	0.97	1	5	0.110
	4	1.30	1	30	0.147
	5	1.62	1	56	0.183
	6	1.95	2	10	0.220
	7	2.27	2	35	0.257
	8	2.60	2	61	0.293
	9	2.92	3	15	0.330
	10	3.25	3	40	0.366
	11	3.57	3	66	0.403
	12	3.90	4	20	0.440
	13	4.22	4	45	0.476
	14	4.55	4	71	0.513
	15	4.87	5	25	0.550
	16	5.20	5	50	0.586
	17	5.52	6	4	0.623
	18	5.85	6	30	0.660
	19	6.17	6	55	0.696
	20	6.50	7	9	0.733
	21	6.82	7	35	0.770
	22	7.15	7	60	0.806
	23	7.47	8	14	0.843
	24	7.80	8	40	0.880
	25	8.12	8	65	0.916
12 per 12 poll. (32 per 32 centim.)	1	0.32	»	24	0.034
	2	0.65	»	48	0.068
	3	0.97	1	»	0.103
	4	1.30	1	24	0.137
	5	1.62	1	48	0.171
	6	1.95	2	»	0.206
	7	2.27	2	24	0.240
	8	2.60	2	48	0.274
	9	2.92	3	»	0.308
	10	3.25	3	24	0.343
	11	3.57	3	48	0.377
	12	3.90	4	»	0.411
	13	4.22	4	24	0.446
12 per 12 poll. (32 per 32 centim.)	14	4.55	4	48	0.480
	15	4.87	5	»	0.514
	16	5.20	5	24	0.548
	17	5.52	5	48	0.573
	18	5.85	6	»	0.617
	19	6.17	6	24	0.651
	20	6.50	6	48	0.685
	21	6.82	7	»	0.720
	22	7.15	7	24	0.754
	23	7.47	7	48	0.788
	24	7.80	8	»	0.823
	25	8.12	8	24	0.857
12 per 14 poll. (32 per 38 centim.)	1	0.32	»	28	0.040
	2	0.65	»	56	0.080
	3	0.97	1	12	0.120
	4	1.30	1	40	0.160
	5	1.62	1	68	0.200
	6	1.95	2	24	0.240
	7	2.27	2	52	0.280
	8	2.60	3	8	0.320
	9	2.92	3	36	0.360
	10	3.25	3	64	0.400
	11	3.57	4	20	0.440
	12	3.90	4	48	0.480
	13	4.22	5	4	0.520
	14	4.55	5	32	0.560
	15	4.87	5	60	0.600
	16	5.20	6	16	0.640
	17	5.52	6	44	0.680
	18	5.85	7	»	0.720
	19	6,17	7	28	0.760
	20	6.50	7	56	0.800
	21	6.82	8	12	0.840
	22	7.15	8	40	0.880
	23	7.47	8	68	0.920
	24	7.80	9	24	0.960
	25	8.12	9	52	1.000

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
12 per 15 poll. (32 per 41 centim.)	1	0.32	»	30	0.043
	2	0.65	»	60	0.086
	3	0.97	1	18	0.128
	4	1.30	1	48	0.171
	5	1.62	2	6	0.214
	6	1.95	2	36	0.257
	7	2.27	2	66	0.300
	8	2.60	3	24	0.344
	9	2.92	3	54	0.386
	10	3.25	4	12	0.428
	11	3.57	4	42	0.471
	12	3 90	5	»	0.514
	13	4.22	5	30	0.557
	14	4.55	5	60	0.600
	15	4.87	6	18	0.643
	16	5.20	6	48	0.685
	17	5.52	7	6	0.728
	18	5.85	7	36	0.771
	19	6.17	7	66	0.814
	20	6.50	8	24	0.857
	21	6.82	8	54	0.900
	22	7.15	9	12	0.943
	23	7.47	9	42	0.985
	24	7.80	10	»	1.028
	25	8.12	10	30	1.171
12 per 16 poll. (32 per 43 centim.)	1	0.32	»	32	0.046
	2	0.65	»	64	0.091
	3	0.97	1	24	0.137
	4	1.30	1	56	0.183
	5	1.62	2	16	0.228
	6	1.95	2	48	0.274
	7	2.27	3	8	0.320
	8	2.60	3	40	0 366
	9	2.92	4	»	0.411
	10	3.25	4	32	0.457
	11	3.57	4	64	0.503
	12	3.90	5	24	0.548
	13	4.22	5	56	0.594
12 per 16 poll. (32 per 43 centim.)	14	4.55	6	16	0.640
	15	4.87	6	48	0.685
	16	5.20	7	8	0.713
	17	5.52	7	40	0.778
	18	5.85	8	»	0.823
	19	6.17	8	32	0.868
	20	6.50	8	64	0.914
	21	6.82	9	24	0.960
	22	7.15	9	56	1.005
	23	7.47	10	16	1.051
	24	7.80	10	48	1.097
	25	8.12	11	8	1.142
13 per 13 poll. (35 per 35 centim.)	1	0.32	»	28	0.040
	2	0.65	»	56	0.080
	3	0.97	1	12	0.121
	4	1.30	1	40	0.161
	5	1.62	1	68	0.201
	6	1.95	2	25	0.241
	7	2.27	2	53	0.281
	8	2.60	3	9	0.322
	9	2 92	3	37	0.362
	10	3.25	3	65	0.402
	11	3.57	4	21	0.442
	12	3.90	4	50	0 483
	13	4.22	5	6	0.523
	14	4.55	5	34	0.563
	15	4.87	5	62	0.603
	16	5.20	6	18	0.644
	17	5.52	6	46	0.684
	18	5.85	7	3	0.724
	19	6.17	7	31	0.764
	20	6.50	7	59	0.804
	21	6.82	8	15	0.845
	22	7.15	8	43	0.885
	23	7.47	8	71	0.925
	24	7.80	9	28	0.965
	25	8.12	9	56	0.006

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in		Volume in		
	piedi	metri	pezzi rag.	poll. rag.	met. cub.
13 per 14 poll. (35 per 38 centim.)	1	0.32	»	30	0.043
	2	0.65	»	60	0.087
	3	0.97	1	19	0.130
	4	1.30	1	49	0.173
	5	1.62	2	7	0.217
	6	1.95	2	38	0.260
	7	2.27	2	68	0.303
	8	2.60	3	62	0.346
	9	2.92	3	57	0.390
	10	3.25	4	15	0.433
	11	3.57	4	45	0.476
	12	3.90	5	4	0.520
	13	4.22	5	34	0.563
	14	4.55	5	64	0.606
	15	4.87	6	23	0.650
	16	5.20	6	53	0.693
	17	5.52	7	11	0.736
	18	5.85	7	42	0.780
	19	6.17	8	»	0.823
	20	6.50	8	30	0.866
	21	6.82	8	61	0.910
	22	7.15	9	19	0.953
	23	7.47	9	49	0.996
	24	7.80	10	8	1.040
	25	8.12	10	83	1.083
13 per 15 poll. (35 per 41 centim.)	1	0.32	»	32	0.046
	2	0.65	»	65	0.093
	3	0.97	1	25	0.139
	4	1.30	1	58	0.186
	5	1.62	2	18	0.232
	6	1.95	2	51	0.278
	7	2.27	3	11	0.325
	8	2.60	3	44	0.371
	9	2.92	4	4	0.418
	10	3.25	4	37	0.464
	11	3.57	4	69	0.511
	12	3.90	5	30	0.557
	13	4.22	5	62	0.603
13 per 15 poll. (35 per 41 centim.)	14	4.55	6	13	0.650
	15	4.87	6	55	0.696
	16	5.20	7	16	0.743
	17	5.52	7	48	0.789
	18	5.85	8	9	0.835
	19	6.17	8	41	0.882
	20	6.50	9	2	0.928
	21	6.82	9	34	0.975
	22	7.15	9	67	1.021
	23	7.47	10	27	1.067
	24	7.80	10	60	1.114
	25	8.12	11	20	1.160
13 per 16 poll. (35 per 43 centim.)	1	0.32	»	34	0.049
	2	0.65	»	69	0.099
	3	0.97	1	32	0.148
	4	1.30	1	66	0.198
	5	1.62	2	29	0.247
	6	1.95	2	64	0.297
	7	2.27	3	26	0.346
	8	2.60	3	61	0.396
	9	2.92	4	24	0.445
	10	3.25	4	58	0.495
	11	3.57	5	21	0.544
	12	3.90	5	56	0.594
	13	4.22	6	18	0.644
	14	4.55	6	53	0.693
	15	4.87	7	16	0.743
	16	5.20	7	50	0.792
	17	5.52	8	13	0.842
	18	5.85	8	48	0.891
	19	6.17	9	10	0.940
	20	6.50	9	45	0.991
	21	6.82	10	8	1.041
	22	7.15	10	42	1.089
	23	7.47	11	5	1.139
	24	7.80	11	40	1.188
	25	8.12	12	2	1.238

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
14 per 14 poll. (38 per 38 centim.)	1	0.32	»	32	0.047
	2	0.65	»	65	0.093
	3	0.97	1	26	0.140
	4	1.30	1	58	0.187
	5	1.62	2	19	0.233
	6	1.95	2	52	0.280
	7	2.27	3	12	0.326
	8	2.60	3	45	0.373
	9	2.92	4	6	0.420
	10	3.25	4	38	0.466
	11	3.57	4	71	0.513
	12	3.90	5	32	0.560
	13	4.22	5	64	0.606
	14	4.55	6	25	0.653
	15	4.87	6	54	0.694
	16	5.20	7	18	0.746
	17	5.52	7	52	0.794
	18	5.85	8	12	0.840
	19	6.17	8	44	0.886
	20	6.50	9	5	0.933
	21	6.82	9	38	0.980
	22	7.15	9	70	1.025
	23	7.47	10	31	1.073
	24	7.80	10	64	1.120
	25	8.12	11	24	1.166
14 per 15 poll. (38 per 41 centim.)	1	0.32	»	35	0.050
	2	0.65	»	70	0.100
	3	0.97	1	33	0.150
	4	1.30	1	68	0.200
	5	1.62	2	31	0.250
	6	1.95	2	66	0.300
	7	2.27	3	29	0.350
	8	2.60	3	64	0.400
	9	2.92	4	27	0.450
	10	3.25	4	62	0.500
	11	3.57	5	25	0.550
	12	3.90	5	60	0.600
	13	4.22	6	23	0.650
	14	4.55	6	58	0.700
	15	4.87	7	21	0.750
	16	5.20	7	56	0.800
	17	5.52	8	19	0.850
	18	5.85	8	54	0.900
	19	6.17	9	17	0.950
	20	6.50	9	52	1.000
	21	6.81	10	15	1.050
	22	7.15	10	50	1.100
	23	7.47	12	13	1.150
	24	7.80	11	48	1.200
	25	8.12	12	11	1.250
15 per 16 poll. (41 per 43 centim.)	1	0.32	»	40	0.057
	2	0.65	1	8	0.114
	3	0.97	1	48	0.169
	4	1.30	2	16	0.228
	5	1.62	2	56	0.286
	6	1.95	3	24	0.343
	7	2.27	3	64	0.400
	8	2.60	4	32	0.457
	9	2.92	5	»	0.514
	10	3.25	5	40	0.571
	11	3.57	6	8	0.628
	12	3.90	6	48	0.685
	13	4.22	7	16	0.743
	14	4.55	7	56	0.800
	15	4.87	8	24	0.857
	16	5.20	8	64	0.914
	17	5.52	9	32	0.971
	18	5.85	10	»	1.028
	19	6.17	10	40	1.085
	20	6.50	11	8	1.142
	21	6.82	11	48	1.200
	22	7.15	12	16	1.257
	32	7.47	12	56	1.314
	24	7.80	13	24	1.371
	25	8.12	13	64	1.428

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
16 per 16 poll. (43 per 43 centim.)	1	0.32	»	43	0.061
	2	0.65	1	13	0.122
	3	0.97	1	56	0.182
	4	1.30	2	26	0.244
	5	1.62	2	69	0.305
	6	1.95	3	40	0.366
	7	2.27	4	10	0.426
	8	2.60	4	53	0.487
	9	2.92	5	24	0.548
	10	3.25	5	66	0.609
	11	3.57	6	37	0.670
	12	3.90	7	8	0.731
	13	4.22	7	50	0.792
	14	4.55	8	21	0.853
	15	4.87	8	64	0.914
	16	5.20	9	34	0.975
	17	5.52	10	5	1.036
	18	5.85	10	48	1.097
	19	6.17	11	18	1.158
	20	6.50	11	61	1.219
	21	6.82	12	32	1.280
	22	7.15	12	2	1.341
	23	7.47	13	45	1.401
	24	7.80	14	16	1.462
	25	8.12	14	58	1.523
16 per 18 poll. (43 per 45 centim.)	1	0.32	»	48	0.065
	2	0.65	1	24	0.137
	3	0.47	2	»	0.206
	4	1.30	2	48	0.274
	5	1.62	3	24	0.343
	6	1.95	4	»	0.411
	7	2.27	4	48	0.480
	8	2.60	5	24	0.558
	9	2.92	6	»	0.617
	10	3.25	6	48	0.685
	11	3.57	7	24	0.754
	12	3.90	8	»	0.823
	13	4.22	8	48	0.891
16 per 18 poll. (43 per 49 centim.)	14	4.55	9	24	0.960
	15	4.87	10	»	1.028
	16	5.20	10	48	1.097
	17	5.52	11	24	1.165
	18	5.85	12	»	1.234
	19	6.17	12	48	1.302
	20	6.50	13	24	1.371
	21	6.82	14	»	1.440
	22	7.15	14	48	1.508
	23	7.47	15	24	1.577
	24	7.80	16	»	1.645
	25	8.12	16	48	1.714
17 per 17 poll. (46 per 46 centim.)	1	0.32	»	48	0.069
	2	0.65	1	24	0.137
	3	0.97	2	»	0.206
	4	1.30	2	48	0.275
	5	1.62	3	24	0.344
	6	1.95	4	1	0.413
	7	2.27	4	49	0.481
	8	2.60	5	25	0.550
	9	2.92	6	1	0.619
	10	3.25	6	49	0.688
	11	3.57	7	25	0.757
	12	3.90	8	2	0.825
	13	4.22	8	50	0.894
	14	4.55	9	26	0.963
	15	4.87	10	2	1.032
	16	5.20	10	50	1.101
	17	5.52	11	26	1.169
	18	5.85	12	3	1.238
	19	6.17	12	51	1.307
	20	6.50	13	27	1.376
	21	6.82	14	3	1.445
	22	7.15	14	51	1.513
	23	7.47	15	27	1.582
	24	7.80	16	4	1.651
	25	8.12	16	52	1.720

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
17 per 20 poll. (46 per 54 centim.)	1	0.32	»	56	0.081
	2	0.65	1	41	0.162
	3	0.97	2	26	0.243
	4	1.30	3	10	0.324
	5	1.62	3	67	0.405
	6	1.95	4	52	0.485
	7	2.27	5	36	0.566
	8	2.60	6	21	0.647
	9	2.92	7	6	0.728
	10	3.25	7	62	0.809
	11	3.57	8	47	0.890
	12	3.90	9	32	0.971
	13	4.22	10	16	1.052
	14	4.55	11	1	1.133
	15	4.87	11	58	1.214
	16	5.20	12	41	1.295
	17	5.52	13	27	1.376
	18	5.85	14	12	1.457
	19	6.17	14	68	1.538
	20	6.50	15	53	1.619
	21	6.82	16	38	1.699
	22	7.15	17	22	1.779
	23	7.47	18	7	1.861
	24	7.80	18	64	1.942
	25	8.12	19	48	2.023
18 per 18 poll. (49 per 49 centim.)	1	0.32	»	54	0.077
	2	0.65	1	36	0.154
	3	0.97	2	18	0.231
	4	1.30	3	»	0.308
	5	1.62	3	54	0.387
	6	1.95	4	36	0.463
	7	2.27	5	18	0.540
	8	2.60	6	»	0.617
	9	2.92	6	54	0.694
	10	3.25	7	36	0.771
	11	3.57	8	18	0.848
	12	3.90	9	»	0.925
	13	4.22	9	54	1.003
	14	4.55	10	36	1.080
	15	4.87	11	18	1.157
	16	5.20	11	»	1.234
	17	5.52	12	54	1.311
	18	5.85	12	36	1.388
	19	6.17	13	18	1.465
	20	6.50	14	»	1.542
	21	6.82	15	54	1.620
	22	7.15	16	36	1.697
	23	7.47	17	18	1.774
	24	7.80	18	»	1.851
	25	8.12	18	54	1.928
18 per 20 poll. (49 per 54 centim.)	1	0.32	»	60	0.086
	2	0.65	1	48	0.171
	3	0.97	2	36	0.257
	4	1.30	3	24	0.343
	5	1.62	4	12	0.428
	6	1.95	5	»	0.514
	7	2.27	5	60	0.600
	8	2.60	6	48	0.685
	9	2.92	7	36	0.771
	10	3.25	8	24	0.857
	11	3.57	9	12	0.943
	12	3.90	10	»	1.028
	13	4.22	10	60	1.114
	14	4.55	11	48	1.200
	15	4.87	12	36	1.285
	16	5.20	13	24	1.371
	17	5.52	14	12	1.457
	18	5.85	15	»	1.542
	19	6.17	15	60	1.628
	20	6.50	16	48	1.714
	21	6.82	17	36	1.799
	22	7.15	18	24	1.885
	23	7.47	19	12	1.971
	24	7.80	20	»	1.057
	25	8.12	20	60	1.142

Riquadratura.	Lunghezza dei legni in piedi	Lunghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.	Riquadratura.	Luoghezza dei legni in piedi	Luoghezza dei legni in metri	Volume in pezzi rag.	Volume in poll. rag.	Volume in met. cub.
19 per 19 poll. (51 per 51 centim.)	1	0.32	»	60	0.086	20 per 20 poll. (54 per 54 centim.)	1	0.32	»	66	0.095
	2	0.65	1	48	0 172		2	0.65	1	61	0.190
	3	0.97	2	36	0.267		3	0.97	2	56	0.286
	4	1.30	3	24	0.344		4	1.30	3	50	0.381
	5	1.62	4	12	0.430		5	1.62	4	45	0.476
	6	1.95	5	1	0.515		6	1.95	5	40	0.571
	7	2.27	5	61	0.601		7	2.27	6	34	0.666
	8	2.60	6	49	0.687		8	2.60	7	29	0.762
	9	2.92	7	37	0.773		9	2.92	8	24	0.857
	10	3.25	8	25	0.859		10	3.25	9	18	0.952
	11	3.57	9	13	0.945		11	3.57	10	13	1.047
	12	3.90	10	2	1.031		12	3.90	11	8	1.142
	13	4.22	10	62	1.117		13	4.22	12	2	1.238
	14	4.55	11	50	1.203		14	4.55	12	69	1.333
	15	4.87	12	38	1.289		15	4.87	13	64	1.428
	16	5.20	13	26	1.375		16	5.20	14	58	1.523
	17	5.52	14	14	1.441		17	5.52	15	53	1.618
	18	5.85	15	3	1.550		18	5.85	16	48	1.714
	19	6.17	15	63	1.632		19	6.17	17	42	1.809
	20	6.50	16	51	1.719		20	6.50	18	37	1.914
	21	6.82	17	39	1.804		21	6.82	19	32	1.999
	22	7.15	18	27	1.890		22	7.15	20	26	2.095
	23	7.47	19	15	1.976		23	7.47	21	21	2.190
	24	7.80	20	4	2.062		24	7.80	22	16	2.285
	25	8.12	20	64	2.148		25	8.12	23	»	2.380

LIBRO SECONDO

DESCRIZIONE DELLE CHIUSE A PIÙ PASSAGGI PER L'USO DELLA MARINA E DELLE PIAZZE DI GUERRA.

CAPO PRIMO

MINUTO RAGGUAGLIO DELL'ANTICA CHIUSA DI GRAVELINES COSTRUTTA NEL 1699 E DI TUTTO QUANTO APPARTIENE ALLE PORTE GIRANTI.

Nell'intenzione di cavare dalle chiuse di Gravelines qualche istruzione sul modo di dirigere la corrente dei fiumi che si gettano nel mare, comincierò questo Capitolo con aneddoti interessanti sul fiume Aa, che diede luogo alla costruzione di queste stesse chiuse.

437. Il fiume Aa ha la sua sorgente sopra Renty, villaggio dell'Artois che altrevolte era cittadella fortificata, ma i forti si demolirono nel 1638. Da Renty questo fiume passa a S. Omer, di là a Watte grosso borgo fra questa piazza e Gravelines, di cui essa costeggiava lo spalto delle opere che corrispondono alle fronti riguardanti il mare, dove esso gettavasi prima del 1738, dopo aver attraversato per una mezza lega una picciola pianura di sabbia piena di dune, ed essersi diviso in molti rami sinuosi il cui letto era quasi senza profondità.

Il territorio percorso da questo fiume per l'estensione di sette leghe da Sant'Omer fino a Gravelines, è fertile all'estremo, ma così piano che il corso delle acque è quasi insensibile, d'onde provenivano continui straripamenti che inondavano successivamente più di centomila jugeri della miglior terra di Fiandra; perocchè verso la sua imboccatura le maree che risalgono fino alle fosse di Gravelines lo facevano gonfiare, mentre le sabbie delle dune vicine trasportate dai venti ne colmavano il letto.

A tali inconvenienti si aggiugne pur quello di non poter rinnovare le acque della fossa della piazza, il che ne rendeva l'aria mal sana, di modo che Gravelines era considerata da tempo immemorabile come la tomba delle guarnigioni che vi si mandavano.

438. Erano le cose in questo stato, quando Filippo III re di Spagna, nel principio del secolo passato, fece scavare un canale presso Gravelines, per condurre al mare le acque del fiume Aa per una strada più breve e diretta di quella che aveva dalla città alla foce, onde rimediare agli svantaggi indicati, e in pari tempo acciò il canale servisse di porto di sicurezza pei bastimenti spagnoli che la tempesta o la vicinanza di Calais mettessero in pericolo.

Questo canale, che cominciava presso la città, fu allineato presso a a poco dal sud-est al nord-ovest, ed in tale direzione si trovava meno esposto ad essere colmato dalle sabbie delle dune vicine, perocchè si avvicinava alla direzione stessa dei venti che più d'ordinario regnano su questa costa, invece che attraversavano l'antico letto, attenzione molto essenziale da aversi quando si tratta d'orientare questa specie di canali, e si può disporli felicemente.

439. Alla distanza di circa 900 tese dalla controscarpa ove terminava la linea della bassa marea, gli Spagnoli fecero una grande chiusa con doppie porte, affinchè quelle verso terra essendo chiuse nel tempo delle acque morte, il canale potesse tenere a galla i bastimenti che vi si fossero trovati, senza impedire l'evacuazione delle acque del fiume Aa che si doveva lasciar scorgere per pertugi a tale uopo praticati. Nondimeno, siccome una chiusa tanto distante dal fuoco della piazza, sarebbe stato molto esposta in tempo di guerra che allora infieriva fra la Francia e l'Olanda contro la Spagna, Filippo III la fece proteggere con un forte a quattro bastioni che doveva in pari tempo difendere le testa del canale dalle imprese per mare.

440. Questo canale con la sua chiusa era terminato; il fiume Aa cominciava a prendere il suo corso, ed il forte era già molto avanzato, quando il cardinale di Richelieu, penetrando tutto il vantaggio che la Spagna ne andava a ritrarre per l'inquietudine che davano ai porti di Boulogne e di Calais, formò il disegno di distruggerlo interamente. Perciò fece raccogliere sotto queste due piazze sette ad otto mila uomini che furono così ben diretti che piombarono all'improvviso ad inviluppare le truppe accampate per la guardia dei lavori, colmarono il canale, distrussero la chiusa e spianarono il forte Filippo, senza che la guarnigione di Gravelines, allora debolissima, potesse opporvisi e nemmeno tirare contro i Francesi, per timore di offendere i compagni che erano tutti fatti prigionieri. La distruzione delle opere fu così completa che gli Spagnuoli non si misero in seguito nell'impegno di riedificarle; quindi il fiume Aa ripigliò l'antico suo corso, il paese continuò ad essere sommerso, e Gravelines rimase così malsano come prima.

441. È cosa sorprendente che dal 1659 in poi in cui questa piazza è stata ceduta alla Francia pel trattato dei Pirenei, passarono più di 78 anni senza pensare a ristabilire un canale che doveva procurarne ad essa gli stessi vantaggi di cui si volle privar la Spagna; forse altre cure più importanti non lo avranno permesso. Può anche darsi che la memoria di questo canale distrutto, appena scavato, si sia perduta col tempo; non essendo rimaste che deboli vestigia del forte Filippo, che vedonsi anche adesso e che si potevano attribuire ad un'antica difesa della costa; altrimenti sarebbe credibile che il maresciallo Vauban, così attento a procurare il bene pubblico, e che conosceva meglio di ogni altro il cattivo stato del fiume Aa (mentre nel 1699 vi fece costruire la chiusa B a porta girante che si vede in fronte all'opera a corno della città bassa, per dare maggior forza alle acque che devono approfondarne il letto) non avesse fatto delle rimostranze su la necessità di ristabilire l'antico canale come unico mezzo d'evitare le conseguenze disastrose che cagionava il difetto di efflusso delle acque del paese. Comunque sia, siccome le opere di una spesa così grande sono d'ordinario i frutti della pace; ecco finalmente ciò che ha dato luogo

all'esecuzione del canale che fu fatto a Gravelines nel 1736 su le traccie di quello degli Spagnuoli; non differendo che nella posizione della chiusa che è una delle meglio intese che esistano in Francia.

442. Il letto del fiume Aa da Gravelines fino al mare si trovava più che mai alto, non avendo che un piede e mezzo di profondità; la chiusa di Vauban era insabbiata al pari di quella di cacciata e di fuga situata in C, fatta altrevolte per rinnovare l'acqua della fossa della piazza. La perdita del paese sommerso cresceva di giorno in giorno, e Gravelines divenuto deserto era un sì cattivo soggiorno, che il re in riguardo a ciò accordava l'alta paga alle truppe che vi mandava di presidio, e queste erano costrette nell'estate ad accamparsi lontano, non lasciando nella piazza se non le guardie dei posti principali; quando nel 1730 il signor d'Averdoing, uno dei primarj cittadini di essa, i cui antenati erano stati appaltatori delle opere del canale, della chiusa e del forte Filippo, commosso dal misero stato della propria città, recossi alla Corte, colle perizie, col contratto, le carte, i disegni tutti fatti per l'esecuzione di essi, trovati nelle carte di famiglia, e si diresse primieramente al maresciallo d'Asfeld, che lo ascoltò favorevolmente, e presentollo al Cardinale ministro. Il suo progetto, che tendeva a ristabilire l'antico canale degli Spagnuoli, fu ben accolto dal Consiglio, che sentì la necessità indispensabile di rimediare prontamente al disastro di cui la memoria del signor d'Averdoing, faceva la più commovente descrizione. Esso fu rimandato sui luoghi per rispondere agli schiarimenti che il Ministero desiderava prima di decider nulla sopra una intrapresa che doveva costare circa un milione e mezzo di lire.

D'altronde gl'Ingegneri del re, impiegati su le coste di Fiandra, ebbero ordine di esaminare ciò che si poteva fare di meglio pel bene dello Stato e del Pubblico; perchè fino allora è molto verosimile che quest'affare non fosse ancor presentato al Consiglio del re sotto l'aspetto che conveniva al bisogno presente del paese; altrimenti è certo che vi si avrebbe avuto riguardo molto più presto.

443. Fatte tutte le ricerche convenienti si era sul punto di metter mano a tale progetto, quando nel 1733 si dichiarò la guerra che ne ritardò l'intrapresa fino al 1737; ma prima di venire a ciò vi furono molte contestazioni fra quelli che dovevano dirigerla; non pel canale che fu unanimemente risoluto dover essere lo stesso di quello degli Spagnuoli; ma soltanto per la posizione della chiusa che uno dei due partiti formatisi in tale occasione voleva porre sui fondamenti dell'antica stata distrutta dai Francesi, il che avrebbe importato la riedificazione del forte Filippo, od un equivalente, acciò il canale fra la città ed il forte potesse servire di bacino ai vascelli che la necessità poteva attirarvi; ragione che sembrava speciosa. L'altra sosteneva che non potevasi far uso dei fondamenti di questa chiusa perchè erano stati mal costrutti; il che era provato dai processi verbali conservati nella Camera dei conti di Lilla, in data del 19 e 20 luglio 1640, fatti senza dubbio dalla Spagna pel suo ristabilimento. Aggiugneva che dovendosi fare una nuova chiusa era meglio situarla immediatamente sotto il fuoco della controscarpa della piazza, come è indicato in A su la pianta di quella, che farla lontano, ove occorrerebbe un posto considerevole per vegliare alla sua conservazione; il che sarebbe di grande fatica per la guarnigione di Gravelines. Che d'altronde si avrebbe il vantaggio di rinfrescare

giornalmente le fosse, le cui acque essendo abbandonate nel tempo delle basse maree, manterrebbero sempre il canale in buono stato per tutta la sua lunghezza, e lo profonderebbero in poco tempo; perocchè si potrebbe anche far uso dell'antica chiusa B, come anche di quella di cacciata e di fuga. In tali circostanze La Fond, ingegnere di gran fama, tanto illuminato in teoria come sperimentato in pratica, essendo stato nominato direttore delle fortificazioni del distretto di Dunkerque, si decise per questo ultimo parere e mise in campo motivi di pari forza. Quindi ne seguì l'esecuzione nel modo che spiegheremo nel Capitolo II, essendo ragionevole incominciare dalla descrizione della chiusa A, prima di passare a quella che si è fatta ai nostri giorni, onde poter meglio giudicare dell'effetto di ciascuna in particolare, e di quanto possono tutte e due insieme.

Sezione I.

Della grande chiusa a porta girante già esistente a Gravelines.

444. Quando Gravelines fu unito ai dominj della Francia pel trattato dei Pirenei, vi erano già varie chiuse annesse alle fortificazioni di questa piazza, una fra le altre sul fiume Aa all'uscita del ponte di Calais, che era stata fatta anticamente per mantenere il letto di questo fiume alla profondità conveniente pel libero scolo delle acque. E di ciò fa menzione la perizia fatta nel 1699 per la costruzione di quella che dovea sostituirla, perocchè apparentemente essa era divenuta inservibile o male adempieva al suo scopo, come se ne può dubitare, poichè essa esisteva già al tempo che gli Spagnoli fecero il loro canale: parlandosi di questa chiusa nelle Memorie di Averdoing, in cui si dice che non potè essere distrutta dai Francesi nella loro spedizione, perchè era troppo vicino alla piazza, e sostenuta da un ridotto situato nel luogo ora occupato dall' opera a corno fatta fare da Vauban per meglio coprire la sua chiusa che si vede aviluppata nella Tavola 37, una delle più chiare di quest' opera. Che se giungo a descriverla con altrettanta precisione come vi sono rappresentati gli oggetti, questo Capitolo non sarà uno dei meno interessanti di questo Volume. Mi proverò a riescirvi seguendo il di lui piano, uno dei meglio intesi che mi sieno caduti fra le mani; non essendo stato nulla omesso di ciò che serviva a guidare gl'ingegneri e gli appaltatori che sono stati incaricati della sua esecuzione. Dal che succederà che troverassi una quantità di dettagli di cui si è già fatta menzione nel primo libro; ma non concatenati come lo sono qui; il che non può mancare di renderli ancor più istruttivi in rappresentandoli tutti sotto uno stesso punto di vista. D'altronde siccome non si fortifica nelle cose in pratica se non eseguendo sovente quelle che sono presso a poco dello stesso genere, non è che per la combinazione delle massime che loro convengono, secondo le diverse applicazioni che si giugne a rendersele famigliari al punto di non maravigliarsi di nulla quando se ne fa uso. Allora le ripetizioni divengono scusabili, avendo un fine così utile, ed un autore non rischia nulla per essere accusato di aver cercato d'ingrossare male a proposito il suo volume

445. Secondo le piante ed i profili che erano stati regolati da Vauban, simili a quelli che qui riportiamo, questa chiusa fu divisa in due ineguali passaggi, separati da una pila di murazione per facilitare lo scolo del fiume Aa nel tempo delle grandi escrescenze; il che poteva pur farsi pel canale di scarico GHFI, e di una picciola chiusa F fatta al tempo degli Spagnuoli e di cui si continua a far uso. La via più larga fu fissata a 20 piedi pel passaggio dei battelli, e la picciola a 16, chiusa da una doppia porta girante onde dare spinta all'acqua che doveva conservare ad una giusta profondità il letto del fiume fino al mare, con un meccanismo simile a quello che abbiamo spiegato negli articoli 279, 280, 281 e 282.

Il luogo ove doveva essere situata la chiusa essendo stato fissato da Vauban, si tracciarono le fondamenta, ove ai quali si diedero 16 tese e 3 piedi di lunghezza per 15 tese e 3 piedi di larghezza. Per regolare la profondità dello sterro, fu determinato che la platea sarebbe stabilita a 18 pollici più bassa di quella della chiusa, a cui doveva sostituirsi, e fissati quindi i livelli.

Dopo questa disposizione si segnò con picchetti il circuito delle ture che si fece abbastanza grande per la comodità del lavoro (227). Dopo di che fu indicato all'appaltatore la posizione dei cantieri coll'obbligo d'indennizzare i particolari del danno che potrebbero ricevere, il che d'ordinario è specificato nella perizia; mentre l'indennità del terreno che doveva occupare la chiusa ed il nuovo letto del fiume Aa, secondo la disposizione del progetto fu messo come di ragione a carico regio.

446. A misura che si scavavano le terre se ne formavano le ture lasciandovi le rampe necessarie, e quando si pervenne alla determinata profondità e si ebbe ben appianato il fondo su cui doveva poggiare il massiccio della chiusa e collocate le macchine, si scandagliò il terreno per regolare la lunghezza dei pali che fu valutata 8 piedi per 9, 10 e 11 pollici di squadratura; i piccioli da piantare sotto le spalle e la pila di mezzo; i medj sotto le traverse o gli appoggi delle palanche ed i grossi sotto i pezzi maestri che dovevano portare i puntoni. Pei quali luoghi tutti insieme ne furono impiegati 959, senza computar quelli delle platee accessorie. E tutti piantati in linee paralelle onde incastrarli a maschio e femmina coi correnti e le traverse ch'essi dovevano sostenere come vedesi indicato nei profili; il che fu diretto dalle cure di un ingegnere incaricato particolarmente di sorvegliare le opere di legname per far sì che le palanche fossero piantate ben rette e congiunte le une alle altre a canaletto e linguetta. Quando non erano abbastanza serrate le commessure, si ricoprivano da tavole grosse 2 pollici, fornite dall'appaltatore onde obbligarlo a non servirsi che di operai attenti; e se avveniva che il difetto non potesse essere facilmente corretto, le palanche mal piantate si strappavano tosto per ribatterle di nuovo, il che si eseguiva con estrema severità. Io possedo questo dettaglio al pari di molti altri avuti da Charbise, vecchio ingegnere in capo impiegato nella costruzione di questa famosa chiusa e col quale ho avuto il vantaggio di convivere giornalmente per lo spazio di quindici anni nella più stretta amicizia.

447. Piantati tutti i pali e le palanche e tagliati alla conveniente altezza; nettato il fondo e livellato si cominciò la murazione che doveva riempirne i vuoti per l'altezza di circa 30 pollici per giugnere al di sotto del primo

graticcio composto di 12 filari di correnti di 10 pollici in quadro distribuiti in modo che se ne trovassero tre sotto ciascuna spalla, altrettanti sotto la pila, uno nel mezzo della piccola via e due sotto la grande, legati ai pali con cavicchie di un pollice in quadratura per 12 di lunghezza. Ma per conoscere la loro giusta posizione, la chiusa fu tracciata di nuovo, dando 14 piedi di spessore a ciascuna delle due spalle dalla loro fondazione fino alla sommità dei contrafforti ove si fece una risega di un piede, benchè non sia marcata nel profilo EF. Riguardo alla pila di mezzo il suo spessore si fece di 15 piedi dalla base fino alla sommità, determinato al pari delle spalle a 4 piedi sopra le più alte maree di acqua viva.

Tutta la murazione di questo massiccio fu fatta di puri mattoni interi e scelti; posati a bagno di malta di cemento composto di due terzi di calce viva di Boulogne ed un un terzo di terrazzo d' Olanda della miglior qualità ben polverizzato e stacciato, il che continuossi anche sul resto del suo spessore a misura che i graticci erano formati.

Sopra questo graticcio se ne fece un secondo di traverse della stessa squadratura continuato uniformemente per le seguenti cioè di 10 per 10 pollici posati a livello, incastrati reciprocamente ed attaccati insieme con cavicchie barbate di un pollice quadrato per 14 linee di lunghezza; queste traverse poste a 20 pollici di vuoto che si riempiva di murazione di mattoni posati in coltello, terminata da uno strato di malta di cemento che fu immediatamente dopo ricoperto da un tavolato di quercia grosso pollici 3 e mezzo nel luogo di ciascun passaggio soltanto, non avanzando che circa due piedi sotto le spalle e la pila.

448. Le tavole non erano lunghe meno di 20 piedi ben commesse e fermate da chiodi di 7 ad 8 pollici, ritenute anche da cavicchie di legno, il tutto calafattato, impeciato e catramato. Quindi si posò un corso di correnti nel mezzo di ciascun passaggio, tre altri sotto le spalle ed altrettanti sotto la pila, di modo che se ne trovasse sotto l' appiombo della parete, ove dapprima si era cominciato a raddoppiarle, come vedesi indicato dalla seconda pianta, il che non si continuò essendo sembrato inutile. Tutti questi correnti ben attaccati a ciascuna traversa di sotto con cavicchie a barbone di 15 linee in quadratura per 16 a 17 pollici di lunghezza.

Stabilito questo terzo graticcio se ne pose un ultimo di traverse, ciascuna di un pezzo solo corrispondenti esattamente a quelle di sotto, con questa differenza ch' esse non avevano se non 4 piedi di più della larghezza del passaggio in cui erano posate onde inchiavare per due piedi le loro estremità nel massiccio delle spalle e della pila. Tutte queste traverse erano incastrate e legate ai correnti con cavicchie a testa ricalcata lunghe 18 pollici per 15 linee di diametro di modo che poggiassero sul tavolato di sotto. I compartimenti furono riempiti di murazione di mattoni, come poc' anzi terminati anche da uno strato di malta di cemento per sovrapporvi il secondo tavolato grosso tre pollici attaccato e condizionato come il primo e coperto di un letto di musco, raddoppiato sopra le commessure da un ultimo tavolato di due pollici soltanto sopra la larghezza di ciascuna via; inchiodato incavigliato, calafattato, impeciato e catramato come si è detto agli articoli 302, 306; ben inteso che i pezzi maestri ed i puntoni sono stati posati a misura che la fondazione procedeva nel modo che segue.

449. Ai due appoggi delle palanche situate alle estremità della platea si diedero 12 per 12 pollici di squadratura. Alle due travi maestre, sotto i puntoni del passaggio maggiore, 27 piedi di lunghezza per 16 a 22 pollici di grossezza. Alle altre due sotto l'angolo dei portoni del picciolo passaggio e sotto la soglia della porta girante 24 piedi di lunghezza per 16 a 21 pollici di grossezza.

La soglia che serve pure di registro per collocarvi le ralle delle porte verso al mare del grande passaggio, fu fatta di 27 piedi di lunghezza per 23 a 27 pollici di riquadratura; il monaco dell'angolo dei portoni, 10 piedi di lunghezza per 23 pollici di sezione al pari dei puntoni. L'angolo dei portoni verso terra si fece un po' minore perchè doveva sostenere uno sforzo minore. Tutti questi pezzi sono commessi con cavicchie di ferro di 22 pollici di lunghezza per 15 linee di diametro.

La soglia dell'angolo dei portoni del picciolo passaggio si è tenuta di 22 piedi di lunghezza, per 21 a 23 pollici di riquadratura, il monaco 6 piedi di lunghezza per 16 a 23 pollici, al pari dei puntoni, commessi con cavicchie simili alle precedenti. In quanto alla soglia della porta girante le si diedero 24 piedi di lunghezza per 23 a 25 pollici di riquadratura, e per assicurarla contro il carico che doveva sostenere questa porta si fortificò con due puntelli opposti L, Tav. 32, ciascuno lungo 9 piedi per 18 in 18 pollici di grossezza, innestati insieme e poi incastrati e inchiodati alle traverse di sotto, e si attaccavano a questi puntelli i battenti M della stessa porta per conservarla nel filo dell'acqua quando fosse aperta.

450. Prima di fissare stabilmente le soglie sui pezzi principali, le faccie opposte furono esattamente lavorate acciò si congiungessero bene, e si praticò nel mezzo della loro lunghezza una infossatura di due pollici di larghezza per altrettanta profondità, che aveva per conseguenza un po' meno di 2 pollici per 4 di riquadratura, e per rendere questa unione ancor più stretta si fecero scaldare le faccie da unire per catramarle applicando immediatamente sull'inferiore uno strato di borra grosso due linee circa.

I battenti in isbieco dei portoni le soglie ed i puntoni della porta girante posati e fermati con cavicchie di ferro proporzionate alla grossezza dei legnami, ed appianato a livello della platea totto il massiccio della murazione, si rettificò di nuovo il tracciamento della pila e delle spalle, per foggiare esattamente le curve delle battute delle imposte; le occhie e le battute della porta girante, insomma tutto ciò che doveva assoggettare la prima corsia della parete che fu posata sopra una risega di 6 pollici sopra una corsia di tavoloni larghi 18 pollici per 4 di spessore e non 19 per 9, come si disse male a proposito all'articolo 334.

451. La pietra da taglio fu presa dalla cava di Landretun e dai migliori banchi della costa d'Ambleteuse, posata a corsie regolari e ben livellate di non meno di 9 pollici di altezza per 18 a 20 pollici di letto, servendo le più alte di base alle seguenti. Le leghe avevano 36 in 36 pollici di coda, non avendo nel loro intervallo mai più di due fascie di seguito; le une e le altre posate a picciola commessura e colla parete ritoccata a scarpello. Queste pietre furono legate da ramponi negli angoli ed in altri luoghi ove debbono affaticare di più, per esempio nelle battute K del portone girante, ove non s'impiegarono che le più dure e le più grandi trovate, a motivo dell'incassatura che vi si deve fare. Non si ebbe minore attenzione nel formare la nicchia NC del barletto di questa porta specialmente

per la posizione e per la scelta del pezzo in sporto O in cui doveva piantarsi la ralla del perno dello stesso barletto.

A misura che s'innalzava la parete, il di dietro era riempito di mattoni scelti, posati in malta di cemento per lo spessore di 3 piedi, il restante continuato con bagno di malta composto metà di calce viva di Boulogne e metà di sabbia, il tutto battuto e mescolato accuratamente. I mattoni venivano immersi nell'acqua a misura ch'erano impiegati, al che vegliava di continuo un ingegnere incaricato della murazione, che aveva gran diligenza sovr'ogni cosa di far porre nella loro vera direzione i tiranti dei collari con le loro chiavi, maschi, ed altre grosse ferramenta inchiavate nel corpo delle spalle e della pila, in cui le pareti dei tagliaghiacci anteriore e posteriore sono state lavorate con cura straordinaria, il che era ben indicato quando esaminai questa chiusa nel 1730 in uno de' miei giri fatti espressamente su le coste di Fiandra per istruirmi su ciò che voleva insegnare agli altri.

Furono elevate le spalle e la pila a 4 piedi al di sopra delle più alte maree di acque vive, non solo per impedire che vengano sommerse, ma anche per dare maggior carico ai tiranti dei collari. La loro sommità fu terminata da un coronamento di pietre piane tolte dalla demolizione dell'antica chiusa, i cui migliori materiali hanno servito alla costruzione di questa, e il restante dello spessore coperto di uno strato di mattoni posato in coltello ed in piedi con malta di cemento, il che pure si fece in cresta a contrafforti, terminati a tre piedi sotto la sommità delle spalle.

Siccome questa chiusa era situata all'uscita della porta di Calais, si fece un ponte girante per attraversare la grande via, acciò i battelli potessero passare coi loro alberi, e se ne formò uno stabile su l'altra via; ma tutti e due sono male rappresentati nel profilo E F. Fa duopo che il ponte mobile abbia il suo perno nel mezzo della lunghezza, assiso su la pila e non sopra la spalla destra.

452. Non parlerò di ciò che fu eseguito per la costruzione delle platee accessorie, avendole bastantemente dettagliate nell'articolo 329; farò lo stesso per le ale che furono tutte fatte di legname e terminate dalle file di palanche posate innanzi alla platea a 10 tese dalle teste, essendosi ampiamente trattato questo soggetto nell'articolo 362. Per la stessa ragione potrei sorpassare ciò che appartiene ai portoni ad angolo se non mi fosse sembrato conveniente far osservare che quelli rappresentati sulla Tavola 32 sono troppo massicci e sopraccaricati di ferramenta perchè si possa credere che sieno mai stati eseguiti. Infatti non è un gettare il legname l'impiegare 6 traverse per imposte che dovevano avere soli 15 piedi di altezza dalla parte del mare, e 13 per quelle verso terra, mentre 4 traverse erano sufficienti, come vedesi nell'imposta espressa dalla figura 4, Tavola 28, che accerto essere conforme a quella che esiste avendola io stesso disegnata sul posto e misurati i pezzi ond'è composta? Essi sono bastantemente concordi con la regola da noi stabilita a tale riguardo all'articolo 375, eccetto le brache ed i battenti che avrebbero dovuto avere secondo me soli 5 per 7 pollici di riquadratura invece di 10 per 10 come dimostra la figura.

Potrebbero anche incontrarsi alcune leggiere differenze fra il legname del primo piano che io riporto della fondazione di tal chiusa, e ciò che effettivamente è stato eseguito; lo stato della sua misurazione non è esatta-

mente conforme, il che forse procede dai cangiamenti che si fecero nel tempo della costruzione, o dalla diversità dei disegni dati pel progetto di essa, avendone veduti molti ove si osservano delle cose che non sono esattamente le stesse. Comunque sia, siccome lo scopo mio è quello d'istruire piuttosto con regole generali che con una imitazione troppo scrupolosa dei pezzi da me riportati, quello che precede non è men degno d'attenzione; perciò non ho esitato a farne incidere gli sviluppi che do a preferenza delle altre da me scelte a motivo della picciolezza della loro scala che offriva il vantaggio di riunirli sopra una tavola stessa. D'altronde non avendo nell'articolo 273 parlato che molto superficialmente su le porte giranti, approfitterò dell'occasione che mi offre quella di questa chiusa per diffondermi in dettagli maggiori.

Sezione II.

Della costruzione delle porte giranti semplici.

453. Soltanto verso il terminare del secolo XVI gli Olandesi pei primi si accorsero di tutto il vantaggio che poteva derivare dalle chiuse per profondare i porti di mare e renderli capaci di ricevere i più grossi vascelli; lo spirito di commercio essendosi accresciuto con la scoperta del Nuovo Mondo ove si erano resi potenti, si applicarono a tutto ciò che poteva favorirlo; e la nascente repubblica manifestò più che mai la sua emulazione pei progressi dell'architettura idraulica, ma restava ancora da vincere un punto difficile, che era di fare in guisa che mentre le chiuse avessero la proprietà di scavare il fondo e scacciare la sabbia, non facessero ostacolo al libero passaggio dei vascelli alberati, il che non era ancor stato trovato. Riferisce Stevin che conversando un giorno con un certo Adriano Janssen, carpentiere di Roterdam, e con Cornelio Dirixen-Muys, altro carpentiere di Delft, sul mezzo di giugnere a ciò, essi si associarono obbligandosi a comunicarsi reciprocamente ciò che potrebbero immaginare a tale riguardo, a condizione che il guadagno che risultasse dall'invenzione adottata da tutti e tre insieme fosse diviso in comune. Qualche tempo dopo si riunirono per comunicarsi il frutto delle loro ricerche. Il mezzo proposto da Adriano Janssen fu preferito a quello degli altri due, e si riduceva a fare in ciascuna delle imposte ad angolo verso il paese una porta girante ritenuta quando sarebbe chiusa da un barletto di ferro attaccato al battente del perno corrispondente, affinchè quando il mare fosse basso e le porte giranti caricate di acque, si potesse aprire per lasciarla sfuggire come spiegheremo più particolarmente in seguito.

454. Stevin facendo grandi elogi a questa nuova invenzione di cui era in istato di sentire tutto il vantaggio, fece intendere che l'idea non era venuta ad Adriano Janssen se non dopo aver avuto cognizione di una semplice porta girante fatta da poco per la prima volta in una chiusa costrutta alla Brilla, amena città d'Olanda all'imboccatura della Mosa, divenuta celebre per la confederazione che vi si fece nel 1572 dei principali capi del

tarritorio per gettare i primi fondamenti della loro Repubblica. Ma siccome l'albero che serviva di perno a questa porta girante si trovava situato presso a poco nel mezzo della larghezza della chiusa, i vascelli non potevano passare da una parte all'altra, mentre secondo il progetto di Adriano Janssen il passaggio si trovava libero tosto che si aprivano le due imposte dopo aver allogate le porte giranti, nelle loro battute. Nondimeno continua Stevin, queste stesse porte furono poco dopo perfezionate da certo Adriano Derixen carpentiere di Delft che ottenne dalle loro Alte Potenze, il privilegio di costruire egli solo le chiuse secondo la nuova invenzione, il che fece in molti luoghi tanto in Olanda come nelle Fiandre. Devesi ossevare che le porte giranti non si manovrano allora che con argani, funi e carrucole di richiamo, il che era facilitato dall'ineguale divisione della larghezza delle porte il cui perno non era affatto nel mezzo. Il pertugio ed i portelli che ora vi si praticano per rompere alternativamente l'equilibrio in favore di una parte o dell'altra, non sono stati immaginati che lungo tempo dopo da Clement che ne fece uso pel primo nelle porte della chiusa di Bergues a Dunkerque.

455. Le porte giranti possono essere distinte in tre specie diverse, la prima quelle che sono isolate, cioè che una sola chiude tutta la larghezza del passaggio in cui è situata, come a Gravelines. La seconda che si può chiamare incassata, quelle che fanno parte delle imposte di una grande chiusa, come nell'antica del canale di Bergues, la terza finalmente quelle che sono accoppiate ed agiscono insieme come nella chiusa dei porti di Fecamp e di S. Valery in Caux su la costa di Normandia.

Per spiegarle nell'ordine in cui le ho definite comincierò da quella di Gravelines rappresentata in grande su la Tavola 33, in cui si vede che questa porta è composta di due battenti C D, di quattro ascialloni o coscie E F abbraccianti all'alto ed inferiormente l'albero girante A B, da due doppie traverse G H, situate negl'intervalli che si trovano fra quest'albero ed i battenti, di 6 brache I corrispondenti allo stesso albero e dei ritti P Q appartenenti agl'incastri dei portelli L M, che agiscono nelle circostanze spiegate nell'articolo 281 che sarebbe utile rileggere presentemente per maggiore intelligenza.

Tre piedi circa sotto il vertice di questa porta vi è su ciascuna faccia una tavola portata da mensole di ferro per servire di ponte al custode quando vuole innalzare od abbassare i portelli, non aprendoli mai a segno di rompere del tutto l'equilibrio per timore che accada qualche sinistro; ma soltanto abbastanza da facilitare il moto della porta che poscia si apre coll'argano.

In quanto alle ferramenta è evidente che gli ascialloni sono legati all'albero girante, con piattabande di ferro attraversate da cavicchie colle loro rose e chiavette, e che i battenti sono del pari uniti con staffe agli ascialloni e traverse che rendono questo sistema indissolubile, al che pure contribuisce il suo rivestimento diretto nello stesso senso delle brache, onde tutto è appoggiato al ritto cardinale (372), esso pure assicurato fortemente nella sua ralla ed alla sommità con ascialloni serrati da cavicchie rinforzate ancora coi legami di un telajo inchiavato nelle spalle, come si può rimarcare da quello che rappresenta la seconda figura della Tavola XXXV, che adempie uno scopo presso a poco simile.

456. La pianta di questa porta accompagnata dalle lettere ordinatamente come nell'alzata, mostra qui che la traccia *a b d e f g h* esprime la parete della spalla sinistra nel luogo dell'incavatura *e f g*, contro la quale si appoggia il ritto X della porta quando è chiusa, e la nicchia *b d e* in cui si asconde il barletto che la ritiene. Dall'altra parte *i k l m* rappresenta del pari la traccia della spalla destra incavata ad arco di cerchio per facilitare l'azione della porta e formare la battuta *l k*, a cui si appoggia l'altro ritto Z in senso opposto al precedente; osservando inoltre che, l'albero girante non essendo nel mezzo, la parte maggiore X Y ha otto pollici di più della picciola Y Z, acciò questa porta essendo chiusa ed abbassati i portelli, il mare appoggiando più da una parte che dall'altra non possa mai aprirla per invadere il territorio, ma invece contribuisca anch'esso a mantenerla in questo stato, nel caso in cui i portoni in isbieco che sono innanzi si trovassero aperti per caso o per qualche ristauro.

La ragione che obbliga pure a fare la parte del portone che si muove io avanti più larga dell'altra, si è perchè il mare nel rialzarsi trovando maggior resistenza possa da sè chiuderla di nuovo, perocchè essa non trovasi affatto nel filone dell'acqua e quindi il barletto non diviene necessario se non nel momento in cui il livello della marea si trova inferiore a quello dell'acqua dolce nel caso in cui si volesse risparmiarla non lasciando ad essa scolo veruno; altrimenti se ne potrebbe prescindere lasciando chiuso il portello M, e l'altro L a sufficienza aperto per lasciare uno spazio che essendo spinto di più dall'acqua dolce, faccia sì che la parte più caricata lo divenga meno, allora quando il mare sarà ritirato potrasi abbassare l'imposta L per riacquistare ed anche oltrepassare l'equilibrio, affinchè la porta si apra e si diriga da sè nel filone dell'acqua. D'altronde questa porta può anche aprirsi con argani attaccandovi delle funi e carrucole di rimando come si fa in quelle di Muyden, ove non esistono nè portelli, nè barletti.

457. La stessa pianta comprendendo gli ascialloni inferiori, dimostra sensibilmente come questi si attacchino all'albero girante, il modo onde sono legati insieme da cavicchie di ferro che li attraversano, e come di là vano a commettersi ai battenti X e Z diminuendo di spessore verso le loro estremità C D. Si osserverà pure nella figura 1, Tavola 36, che l'albero girante A B ha due intaccature opposte *a c b* all'alto ed al basso per servire di appoggio agli ascialloni. Riguardo alle traverse rappresentate dalla figura 9, esse vanno anche diminuendo di spessore partendo dall'albero girante con cui sono legate e fortificate dalle due parti della porta con doppj rinforzi; e giova osservare che quantunque la seconda traversa G sembri interrotta dall'imposta L, essa non è meno legata al battente sinistro, come altra H l'è con il destro; avviene soltanto che verso l'estremità di ciascheduna superficie in senso opposto si pratichi l'assottigliamento pel passaggio dei portelli. Ora siccome il punto M indica il rovescio della seconda, posta dall'altra parte della porta, è facile giudicare della situazione delle loro facce esterne, su la qual cosa aggiugnerò che il rivestimento N formante la parete che si vede sopra il portello, si applica sulla parte opposta in cui è trattenuto da un telajo di ferro attaccato solidamente. Dirò anche che sebbene la copertura dello scheletro di questa porta sembri posata su la faccia che guarda il mare, bisogna immaginare che è al contrario su quella che riguarda il paese, non avendo fatto così che per ascondere i pezzi principali.

458. In qnanto alle dimensioni del legname di questa porta si è dato all'albero girante 16 piedi ed 8 pollici di altezza per 15 e 17 pollici di riquadratura. Il suo collo che agisce in nn solo pezzo R S chiamato testa, lungo 24 piedi per 22 pollici di riquadratura, fa le veci degli ascialloni di cni si è parlato nell'articolo 455.

I battenti si sono fatti di 12 piedi di altezza per 10 in 12 pollici di squadratura.

I quattro ascialloni che uniscono l'albero girante hanno la loro lunghezza proporzionata alla larghezza della porta, fatta di 17 piedi per un passaggio di 16, mentre i battenti non coprivano la loro imposta che per 6 pollici. Questi ascialloni hanno ciascheduno nel mezzo 9 pollici per 10 di riquadratura ridotti alle estremità allo spessore dei battitoj.

Le quattro traverse hanno 10 per 12 pollici di riquadratura e sono legate con l'albero girante da rinforzi lunghi 7 piedi per 5 a 9 pollici di riquadratura, fortificati da una piattabanda di ferro, come vedesi indicato nella figura 2, Tavola 24, avendoli soppressi per non coprire l'insieme con le stesse traverse.

In quanto alle brache si fecero di 10 per 11 pollici ed i piccioli battenti per gl'incastri dei portelli di 8 per 10, il tutto coperto da un rivestimento grosso due pollici e mezzo posato nello stesso senso delle brache.

Circa al barletto che serve di chiave a questa porta, la figura 5 mostra che è composto di un ritto cardinale A B, lungo 10 piedi per 6 a 10 pollici di riqnadratnra, e del braccio C D E di un pezzo solo, lungo 14 piedi pure di 6 per 10 pollici di riquadratura al pari dei due legami F G solidamente trattenuti da staffe. Le doppie squadre di ferro non furono applicate e fu pure ommessa la piattabanda che si vedeva sopra il ritto per fortificarlo.

459. Non ho parlato delle ferramenta dei portoni ad angolo di questa chiusa, perchè sono facili da valutare secondo la larghezza delle imposte, seguendo le regole generali da me date nell'articolo 390, ma non farò lo stesso per quelle della porta girante di cui non si è ancor parlato; perciò le riporto qui nell'ordine in cui conviene che sieno per la misurazione, quindi qoest'articolo può essere considerato come una continuazione del 432.

Per commettere i pezzi principali di questa porta si sono impiegate 22 cavicchie lunghe 12 pollici pesanti insieme 50 libbre.

18 Cavicchie a barbone, 9 a testa rotonda e 9 a testa achiacciata pesanti insieme 96 libbre.

12 Cavicchie di un pollice di diametro a testa rotonda per congiugnere gli ascialloni, cioè 8 lunghe 18 pollici e le altre quattro 11 pollici, pesanti insieme 82 libbre.

6 Cavicchie lunghe 22 pollici per applicare i rinforzi applicati su le traverse pesanti insieme colle animelle e chiavette, 48 libbre.

12 Spine per guarentire il colio o perno superiore, pesanti insieme 25 libbre.

8 Staffe per fortificare la commessura dei battenti con gli ascialloni e le traverse pesanti insieme 354 libbre.

8 Piattabande per fortificare i rinforzi degli ascialloni e delle traverse, ciascuna di 30 pollici di lunghezza pesanti insieme 157 libbre.

4 Cerchi applicati alle estremità dei battitoj e due anelli a braccia at-

taccati su la testa degli stessi per facilitare l'aprire e il chiudere i portoni, pesanti insieme 124 libbre.

3 Staffe, 2 perni e 2 viere per la chiave della porta girante, pesanti insieme alle cavicchie, ai chiodi ed al collare 220 libbre.

La ralla, il perno ed il cerchio di ghisa in cui agisce il collo della porta, pesanti in tutto 410 libbre.

460. Siccome questa porta girante è di mezzana larghezza, limitandosi le maggiori a 24 piedi e le minori ad 8, il dettaglio che do del suo legname e delle sue ferramenta potrà servire a determinare la forza dei pezzi di eguale specie aumentandoli o diminuendoli secondo la larghezza delle stesse porte; a cui può molto ajutare ciò che vi si trova prescritto per le imposte, osservando soltanto di raddoppiare il passaggio a cui deve essere applicata la porta girante. Cioè, se per esempio si trattasse di un passaggio di 12 piedi, bisogna adattare a questa porta delle ferramenta piane, perni e ralle appartenenti alle imposte di una chiusa larga 24 piedi, e di fare presso a poco lo stesso in quanto all'armatura di legname, osservando le modificazioni a cui conviene aver riguardo, quindi per evitare la noja inseparabile dai dettagli troppo ripetuti, passerò a ricerche teoretiche su le porte giranti che potranno dilettare ed istruire quelli che saranno in caso d'intenderli. Riguardo agli altri che non conoscono l'algebra per nulla, sarà più colpa loro che mia se non hanno lo stesso vantaggio, non potendo ciò che debbo dire spiegarsi che col suo soccorso. Nondimeno siccome è giusto dar loro qualche soddisfazione, farò in modo che possano trovarvi il loro conto.

Sezione III.

Contenente delle ricerche sul perfezionamento delle porte giranti.

461. Volendo valutare esattamente l'azione dell'acqua contro le parti ineguali della porta riguardo all'albero girante A B, quando i portelli sono entrambi abbassati, non bisogna giudicarne rapporto alle loro larghezze Y X, Y Z, ma bensì ai quadrati delle larghezze stesse; voglio dire che se la prima era di 9 piedi e la seconda di 8, gli effetti della spinta dell'acqua non sono già come 9 ad 8, ma come 81 a 64; perocchè bisogna comprendervi non solo le quantità d'acqua che cagionano la spinta, ma anche i bracci di leva corrispondenti ad esse. Mi spiego.

Si è dimostrato nell'articolo 413 della Parte Prima che il centro di forza o d'impressione contro una superficie verticale e rettangolare era ai due terzi della propria altezza, presa al di sotto del suo livello, in una verticale che divide in due parti eguali la larghezza della superficie, supponendo adunque che il livello dell'acqua sostenuta dalla porta sia all'altezza $q\,r$, che l'orizzontale X Z sia distante dalla precedente due terzi della sua altezza al di sopra della platea $u\,t$, e che il perno corrisponda all'asse dell'albero girante; il punto Q che è il mezzo di X Y sarà il centro d'impressione della spinta dell'acqua che agisce sul lato maggiore; ed il punto

P, mezzo di Y Z il centro d' impressione di quella cha agisce sul minore; ora siccome quest' azione succede da una parte e dall' altra relativamente al punto d' appoggio Y, la prima avrà per braccio di leva l' intervallo Y X e la seconda pel proprio Y P. Ma le altezze dell' acqua, essendo eguali le loro spinte, potranno essere espresse dalle lunghezze X Y ed Y Z, quindi le loro quantità di moto saranno come il prodotto di X Y per Q V sta a quello d' Y Z, per Y P, o come il quadrato d' X Y al quadrato d' X Z.

462. Ben inteso ciò, suppongo che determinata la capacità di una porta girante, si voglia sapere a qual punto della sua larghezza debba essere situato l' albero girante acciò l' azione dell' acqua contro le due faccie ineguali sia in una data ragione, per esempio di 7 a 6, cioè che la quantità di moto corrispondente alla superficie grande superi di un sesto quella che agirà su la picciola. Siccome questo problema non può essere risoluto generalmente se non col soccorso dell' algebra, mi servirò di essa spiegandone le operazioni in guisa che possano essere seguite anche da quelli che hanno leggieri cognizioni di questa scienza.

Chiamata a la larghezza X Z di tutta la porta; x la sua parte picciola Y Z; la grande X Y sarà $a - x$, il cui quadrato è $a^2 - 2ax + x^2$, e siccome il secondo deve essere di un sesto più grande del primo, si potrà coll' aggiugnervi un sesto, indi eguagliandolo al secondo, si avrà l' equazione $x^2 + \frac{x^2}{6} = a^2 - 2ax + x^2$, che ridotta, cancellando x^2 da una parte e dall' altra, dà $\frac{x^2}{6} = a^2 - 2ax$, cha bisogna moltiplicare per 6 e si avrà $x^2 = 6a^2 - 12ax$. Facendo passare $-12ax$ dal secondo al primo membro si avrà $x^2 + 12ax = 6a^2$, a ciascun membro poi aggiugnendo il quadrato della metà del coefficiente $12a$, che è $36a^2$, onde rendere il primo membro un quadrato perfetto, si avrà $x^2 + 12ax + 36a^2 = 6a^2 + 36a^2$, le cui radici danno $x + 6a = \sqrt{42a^2}$, ovvero $x = \sqrt{42a^2} - 6a$.

463. Per avere il valore di x supporremo che la larghezza X Z $= a$ della porta presa pel di fuori sia 17 piedi, il cui quadrato è 289, che moltiplicato per 42 dà 12138 piedi quadrati, la cui radice è 110 piedi e 2 pollici; dai quali sottraendo il valore di 6 a, che è 102, come indica l' equazione, la differenza sarà 8 piedi e 2 pollici pel valore di x, cioè pel valore d'Y Z, che essendo sottratte dal totale 17, rimangono 8 piedi e 10 pollici per quella del lato maggiore, che si troverà di 8 pollici più del picciolo. Riducendo in pollici queste due larghezze se ne avranno 106 per l' una e 98 per l' altra che possono essere ridotte a 53 e 49 marcando il rapporto che le larghezze X Y ed Y Z della porta debbono avere fra loro acciò l'azione dell' acqua sul lato grande sia superiore di un sesto a quella che agisce sul picciolo.

464. Giova qui osservare che non ho supposto per caso l' azione dell' acqua sul lato maggiore, superiore di un sesto a quella che agisce sul minore, ma dopo aver veduta nella chiusa di Gravelines che queste quantità bastava pel buon uso della porta girante, ove effettivamente la porta maggiore ha 8 pollici più della picciola, e così calcolando che vi si arresterà, puossi ora trovare con una semplice regola del tre la posizione del-

l'albero di una siffatta porta di quella grandezza che si vorrà, mentre non trattasi che di dividerla in due parti tali che la grande stia alla picciola come 53 a 49; per esempio se si trattasse di una porta larga 12 piedi, si richiamerà che in una proporzione geometrica la somma del primo antecedente e del suo conseguente sta al suo antecedente come la somma del secondo antecedente e del suo conseguente sta allo stesso antecedente. Si dirà adunque se 102, somma di 53 e 49, dà 53, quanto dà 12 per la più grande di queste due parti che qui fa le veci del secondo antecedente; si troveranno 6 piedi, 2 pollici e 9 linee per la parte grande, e per conseguenza la piccola sarà 5 piedi, 9 pollici e 3 linee, e così delle altre.

465. Rimane ora da cercare di quanto si dovrà elevare la paratoja L, ovvero qual passaggio si dovrà lasciare all'acqua per far nascere un difetto di spinta che metta il restante della sua azione in equilibrio con quella che corrisponde al lato minore, perocchè dietro ciò potremo rompere a piacere quest'equilibrio per aprire la porta adagio quanto vorrassi, affinchè la caduta dell'acqua che si lascierà sfuggire non le faccia fare un movimento troppo violento, il che non mancano di osservare i custodi attenti guidati da un sentimento materiale, acciò non succeda loro il sinistro accaduto ad una delle porte giranti della chiusa di Mardick per difetto dei custodi, che il vino avea fatto agire senza circospezione come dirò più innanzi.

Per venire ai calcoli di cui si tratta, chiameremo b l'altezza dell'acqua sopra la platea, che supporremo di 10 piedi; c la larghezza del portello L che trovai nella figura 8 tav. 33, di 2 piedi ed 8 pollici; g l'intervallo YL dal mezzo dell'imposta al punto d'appoggio Y che trovasi di 6 piedi e 6 pollici, h l'altezza del livello dell'acqua sopra la traversa DE che serve di base al portello che qui è di 9 piedi, ed y l'altezza a cui bisogna che l'imposta sia innalzata per produrre l'equilibrio dell'azione dell'acqua sui due lati della porta, da cui sottraendo $\frac{y}{2}$ si ha $h - \frac{y}{2}$ per l'altezza dell'acqua sopra il centro di forza.

Ciò posto si avrà bc moltiplicato per $\frac{c}{2}$, ovvero $\frac{bc^2}{2}$ per la spinta dell'acqua sulla parte grande, che moltiplicata per $\frac{b}{2}$ dà $\frac{b^2c^2}{4}$ per la sua azione su la stessa parte; per conseguenza facendo un simil calcolo per l'altra si avrà $\frac{b^2d^2}{4}$ per la quantità di moto che gli corrisponde, che sottratto dal termine precedente si ha $\frac{b^2c^2 - b^2d^2}{4}$ per la differenza degli effetti dell'acqua su le due parti della porta, cui bisogna eguagliare alla quantità di moto che si vuol sopprimere, innalzando il portello all'altezza y per lasciare un passaggio espresso da fy, che moltiplicato per $4 - \frac{y}{2}$ si avrà $fhy - \frac{fy^2}{2}$ per la spinta dell'acqua che si vuol sottrarre, la quale moltiplicata pel braccio di leva $LY = g$ dà $\frac{b^2c^2 - b^2d_2}{4} = fghy - \frac{fgy^2}{2}$, e

fatte le opportune riduzioni si trova $h - \sqrt{\frac{a^2 d - b^2 c^2}{2fg}} + h^2 = y$; quindi non si tratta che di fare il calcolo numerico nel modo seguente.

Bisogna risovvenirsi che noi abbiamo $b = 10$ piedi, $c = 8$ piedi e 10 pollici, $d = 8$ piedi e 2 pollici, $f = 2$ piedi e 8 pollici; $g = 6$ piedi e 6 pollici, $h = 9$ piedi. Quindi $h^2 = 81$ piedi e $2fg = 35$ piedi; seguendo esattamente ciò che indicano i termini dell'equazione si avrà $b^2 = 100$, $c^2 = 78$, $d^2 = 66$ piedi, 8 pollici e 4 linee, il che dà per la differenza di questi due ultimi termini, 11 piedi, 3 pollici ed 8 linee, che moltiplicate per 100 e diviso il prodotto per 35 danno $\frac{b^2 d^2 - b^2 c^3}{2fg} = 32$ pel quoziente, che sottratti da 81, valore di h^2, la differenza è 49 piedi, la cui radice quadrata è 7 piedi, che essendo sottratti da g valore di h, la differenza sarà 2 piedi per quello d'y. Il che dimostra essere necessario che l'imposta L sia elevata di 2 piedi acciò l'azione dell'acqua contro il lato maggiore sia in equilibrio con quella che agisce sul picciolo.

Ne segue che se s'innalza il portello L oltre l'altezza di 2 piedi, come di 28 a 30 pollici, la spinta dell'acqua sul lato minore diverrà superiore a quella che agirà sul grande, e la porta si manterrà chiusa senza il soccorso del barletto, allora i due battitoj si appoggeranno fortemente ciascono contro la sua battuta. Ora siccome vi sono dei casi ove conviene che la cosa sia così, vedesi la necessità di praticare un sufficiente intervallo fra gli ascialloni al basso e la traversa che è al di sopra, affinchè la larghezza del portello, essendo determinata la sua altezza, sia tale da fornire un passaggio ad una bastante quantità d'acqua per produrre l'effetto precedente.

Mi sono fatto un pregio di riportare questi esempj per dimostrare la precisione con cui si possono trattare le cose che dipendono dalla meccanica, quando vi si applicano i principj convenienti, e per ispirare in pari tempo ai giovani il desiderio di famigliarizzarsi con questi principj stessi.

466. Per regolare la lunghezza degli sportelli relativamente a quella delle porte giranti fra i battitoi, bisogna fare l'una eguale alla sesta parte dell'altra, cioè una porta di 18 piedi di larghezza fra i suoi battitoj, avrà i portelli di 3, e per altezza l'intervallo che si trova fra le doe traverse corrispondenti. Allora il braccio di leva del centro di forza del portello della parte maggiore sarà due terzi della larghezza del lato stesso.

Io non determino l'elevazione che bisogna dare alle porte giranti isolate, perchè è assoggettata alla maggior altezza dell'acqua che dovranno sostenere: questa essendo conosciuta, bisognerà aggiugnere 2 o 3 piedi per sostenere l'agitazione della superficie.

467. Per spiegare il meccanismo del barletto delle porte giranti bisogna riguardarlo come una leva del secondo genere, avente il suo punto d'appoggio nell'asse dell'albero A B, fig. 5 e 8, tav. 33, la potenza applicata all'estremità C, ed il peso o la resistenza ch'essa sostiene nella verticale IL, che io suppongo corrispondere verso la metà della larghezza del battitojo; quindi il braccio di leva del peso sarà espresso dalla perpendicolare H I che parte dall'asse A B e quello della potenza dall'altra perpendicolare H C secondo l'articolo 59 della Parte Prima di quest'opera. Il peso starà dunque alla potenza

come H C ad H I, o come 13 : 1, perchè qui la perpendicolare H C è di 26 piedi e 6 pollici, e l' altra N I di 6 pollici soltanto, il che dimostra che la potenza non è che la tredicesima parte della spinta dell' acqua sostenuta dall' albero del barletto.

Per conoscere qual sia questa spinta è certo che non può essere che la metà di quella che nasce dalla differenza dei due lati X Y ed Y Z, poichè riunita al centro di forza Q, nel mezzo della larghezza X Y, essa ha per punto d' appoggio l' albero girante dg da una parte ed il barletto dall' altra.

Il rapporto dei due lati della porta, dovendo essere quello di 53 a 49, acciò l' azione dell' acqua sulla parte maggiore superi di un terzo quella che agisce su la minore (464), ne segue che la prima sarà più caricata della seconda di un dodicesimo circa del carico che sosterrà quest'ultima, ossia di $\frac{2}{51}$ della spinta totale, la cui metà è $\frac{1}{51}$ pel carico del barletto, quindi la tredicesima parte di questa quantità esprimerà la potenza applicata al rampone C.

Prendendo sempre ad esempio la porta girante di Gravelines larga 17 piedi, che suppongo ancora sostenere 10 piedi di altezza d'acqua, la cui spinta è di 59500 libbre (378); dividendola per 51, il quoziente darà 1166 libbre pel carico del barletto la cui tredicesima parte sarà presso a poco 89 libbre per l' espressione della forza che ritiene lo stesso barletto applicato contro la porta.

468. Per poco che si esamini questa porta si scorgerà che i punti d'appoggio dell' albero girante, sostengono quasi sempre soli tutto il peso dell' acqua e che soltanto quando uno dei portelli è aperto, il ritto battente che corrisponde all' altro si appoggia contro la propria battuta, ma quando sono chiusi entrambi, l' uno e l' altro ritto non può essere appoggiato se non in quanto il barletto costringe quello che è aderente al lato minore a serrarsi contro la propria battuta; allora la porta avendo due pontoni d' appoggio opposti al carico, l' albero girante si trova estremamente alleggerito e non fa le veci che di un terzo appoggio, al che conviene fare attenzione per maneggiare la porta; ma al momento che si ripiegherà il barletto, l' albero girante sosterrà solo tutto il carico, che invero andrà decrescendo a misura che la porta girante si avvicinerà ad essere paralella alle spalle, senza che succeda verun cangiamento rapporto all' azione dell' acqua contro i suoi lati yz ed yx, che ridurranno a non avere per la loro rispettiva larghezza che bz ed xa, che daranno sempre $yz : yx :: bz : xa$, a cagione dei triangoli simili ybz ed yax.

Sezione IV.

Delle porte giranti incassate e delle altre accoppiate.

469. Di tutte le chiuse eseguite per profondare i porti non ve n' ebbe nessuna che meglio adempiesse il suo scopo di quella che un tempo si vedeva sul canale da Bergues a Dunkerque pel maraviglioso effetto dei por-

toni giranti che vi fece fare il celebre Clement avendo nello spazio di 10 anni scavato di 15 piedi, il porto ed il canale più che non ara prima. Appoggiati ad esempio così strepitoso, è naturale cominciare dal descrivere queste famose porte che erano considerate come il capo d' opera dell' arte. Se non se n' è fatto uso in questi ultimi tempi nei luoghi in cui avrebbero convenuto, si può credere che fosse per la tema di non riuscire, o che forse abbia imposto l' accidente avvenuto ad una di quelle di Mardick senza meditare su la cagione che l' aveva prodotto. Perocchè siccome questi portoni richiedono molta esattezza per essere fatti bene, essi non sono nel caso delle imposte semplici da potersi interamente affidare all' abilità de carpentiere; mentre Clement ne aveva fatto uno studio particolare, intendendo meglio di ogni altro la meccanica della carpenteria, così degna della meditazione degli uomini d' arte. Quelli che gli successero, non avendo trovato veruna istruzione su le porte giranti, ed i disegni conservatisi non essendo conosciuti dalla pluralità, non è da sorprendere se quasi tutti si sono astenuti dal farne uso per tema di compromettere la loro riputazione. Da ciò proviene che molte eccellenti cose cadono insensibilmente nell' oblio per non essere scritte, mentre se fossero state poste sott' occhio alle persone d' ingegno, alle quali basta offrir argomento di riflessione, le avrebbero perfezionate. Siccome tale è lo scopo principale di quest' opera, agli uomini appunto dotati di tale carattere dirigo ciò che segue.

470. In molti luoghi di quest' opera si è detto che nelle chiuse in cui vi era un doppio pajo di porte si diedero a quelle al mare 3 piedi di altezza più che a quelle verso terra, tali sono le imposte rappresentate dalla figura 3, Tavola 14, ove quella che corrisponde al mare ha 7 traverse, mentre l' altra dalla parte di terra non ne ha che 6. Ora, siccome è sempre in queste ultime che si praticano le porte girevoli, bisogna, secondo il metodo di Clement, tracciare un modello delle stesse imposte come se dovessero essere impiegate piene ed agire in conseguenza per le dimensioni del legname secondo la larghezza della chiusa, (375) in seguito sopprimere inferiormente due delle traverse intermedie a quelle del grande telajo onde formarne un altro più picciolo per allogare il portone girante; il che intenderassi meglio considerando la prima figura della tavola 33, presa da un disegno di Clement per le nuove porte girevoli fatte eseguire alla chiusa di Bergues nel 1705, che corrisposero perfettamente a ciò che si doveva attendere da un uomo di tanta abilità.

471. Siccome questa chiusa aveva 26 piedi di larghezza, se ne diedero 15 e mezzo a quella di ciascun' imposta, che avevano i loro ritti H G ed I K di 14 per 16 pollici di riquadratura al pari delle traverse H I, G K, L M, formando da una parte il grande telajo G H I K dell' imposta e dall' altro il piccolo G L M K della porta girevole A B C D, larga 12 piedi e 9 pollici per 9 piedi e 4 pollici di altezza. Queste traverse erano ben legate dalle squadre di ferro doppie e semplici applicate su le due faccie. Solo alla traversa di mezzo N O non si diedero che 12 per 14 pollici onde aver riguardo allo spessore del rivestimento P terminato nelle battute fatte nelle traverse H I, L M. Le brache Q si fecero di 8 per 10 pollici piuttosto che di 6 per 8 secondo la regola dell' art. 375, perchè dovevano soffrir più che nelle imposte comuni.

Riguardo alla porta girevole è facile concepire dalla pianta che il

suo telajo si alloga al di sotto nelle battute praticate in senso contrario per la metà della lunghezza delle traverse L M, G K, e lungo i ritti L G, M K, di modo che essendo chiusa sia incassata con tutta la possibile esattezza, il che richiede molta intelligenza per parte del carpentiere principalmente per la posizione dell' albero girevole, la cui ralla F è incastrata nella traversa inferiore ed il suo collare E nella superiore; per cui non si può allogare questa porta nel suo telajo se non quando si commettono tutti i pezzi dell' imposta, quindi bisogna cominciare da essa per sottomettervi tutto il resto. In quanto alla costruzione vedesi che è presso a poco simile a quella della figura 8, con questa differenza ch' essa non ha ascialloni nè all' alto nè al basso; la sua larghezza non comprende che quattro file di traverse, di cui le due di mezzo suppliscono in qualche modo a quelle che si sono soppresse nel grande telajo. Vi è pure una differenza nella posizione degli sportelli praticati nel mezzo dell' altezza di questa porta per avere maggior agio a manovrare le imposte che ne facilitano il moto.

472. Siccome un barletto sarebbe in questo luogo stato di grande imbarazzo, si è collocato l' albero girante esattamente nel mezzo della porta; per conseguenza il centro dei due portelli si trovava ad un' eguale distanza dall'asse. Per mantenerla chiusa bastava lasciar alzata l'imposta V corrispondente alla metà A F che si portava innanzi e tenere abbassata l' altra X fino al momento in cui il mare essendo ritirato s' innalzava questa più della prima; allora ciascuna porta girevole si apriva e l' acqua del sostegno adempiva alla sua funzione. Allorchè il mare nel risalire aveva empiuto di nuovo il canale all' altezza che si credeva necessaria i custodi serravano le porte girevoli e quelle al di sotto acciò queste ultime ne arrestassero il progresso; il che facevano quasi da sè stesse appena erano fatte uscire dalle nicchie, mentre il flosso le spingeva contro i puntoni.

473. Tutte le traverse sono state tagliate, come quelle rappresentate dalla figura 9, collegate all' albero girevole con rinforzi muniti di doppie piattabande di ferro serrate da cavicchie attaccate pure ai battitoj per mezzo di staffe, come abbiamo spiegato poc' anzi descrivendo la figura 8. Mediante il collegamento di tutte queste ferramenta i pezzi di legname sono stati ridotti ad una grossezza indispensabile per rendere questa porta meno pesante che fosse possibile. Perciò si è limitata la riquadratura del suo albero girevole ad 11 per 13 pollici, quella de' battitoj ad 8 per 10, e le traverse R ad 11 per 10; le altre due S, si fanno di 9 per 8, le brache e travicelli 6 per 7, il tutto poi ricoperto da un rivestimento di due pollici calafattato, impeciato e catramato come al solito.

Credo di essere dispensato dall' entrare in maggiori dettagli dopo quelli contenuti nella sezione seconda che possono del pari applicarsi qui. Nondimeno, siccome le porte girevoli state costrutte nella chiosa di Mardick, comprendevano varj eccellenti particolari, la Tavola 34 ci fornirà nuovi soggetti d' istruzione che spargeranno maggior lume su ciò che più importa. Così per rendere vieppiù intelligibile tutto quanto appartiene ad una di queste porte, ne ho rappresentato separatamente le due faccie. La prima è quella verso il mare, e la seconda la sua opposta, quindi la lettera A è relativa allo stesso sportello, veduto all' ingresso ed alla uscita delle acque, e del pari deve intendersi dell' albero B.

474. Abbiam detto all'art. 101, che la chiusa di Mardick era divisa in due passaggi uno di 44 piedi di larghezza e l'altro di 26; giova osservare che la porta girante di cui ora si tratta, apparteneva al grande passaggio, e che pel minore s'impiegarono quelle della chiusa di Bergues dopo la demolizione di essa, perocchè erano quasi nuove; perciò questo passaggio è stato determinato a 26 piedi, e mediante le porte rappresentate dalle Tavole 21, 29, 33 e 34, noi abbiamo tutte quelle che riguardavano questa famosa chiusa e per conseguenza più che non occorre per intendere il Capitolo terzo che ne contiene la descrizione.

Dopo tutto ciò che ho detto del meccanismo delle porte giranti è facile scorgere che quando quelle di cui parliamo erano chiuse, l'imposta A era abbassata e l'altra B è sollevata. Siccome lo sportello di ciascuna aveva un poco più di 6 piedi quadrati d'apertura corrispondente ad un braccio di leva di 8 piedi, dal centro di forza fino all'asse dell'albero girante situato nel mezzo, vedesi quanti vantaggi avesse l'acqua dolce sopra uno dei lati piuttosto che su l'altro per costringerle tutte e due ad appoggiarsi alle loro battute. Per guareotirle pure da ogni accidente si erano collocati due grossi saliscendi C, sul battitojo vicino a quello del perno a cui era attaccato il loro monachello D. Volendo innalzare questi saliscendi e lasciar la porta in libertà di aprirsi per l'azione dei portelli alla sommità del perno grande vi era un martinetto E, la cui asta dentata era collegata ad una fascia di ferro avente due talloni posti convenientementa che il martinetto faceva salire e discendere a volontà del custode, le cui manovre erano facilitate da un picciolo ponte F G composto di una grossa tavola posata da ciascuna parte dell'imposta e sostenuta da meosole di ferro. Egli poteva d'altronde in caso di capogiro attaccarsi ad una corda *c d* tesa lungo la sommità della porta, di là discendeva comodamente all'altezza degli altri martinetti H coll'ajuto di una scala I K attaccata alle traverse L, M, poichè tenendosi attaccato con una mano girava coll'altra la manovella innalzava ed abbassava lo sportello senza nulla temere dall'improvviso movimento della porta girevole, che rimaneva in quiete quando l'acqua del sostegno era evacuata. Poteva pure con un'altra scala N O situata sopra l'albero girevole discendere sopra la sommità della parte P Q della porta diretta verso la riva, avvicinarsi allo stesso martinetto, innalzare lo sportello B dopo avere abbassato l'altro A, acciò il mare nel tempo del riflusso contribuisse a chiudere questa porta appena il canale era sufficientemente pieno, e così alternativamente. La qual cosa era anche facilitata dagli argani e dalle funi attaccate agli anelloni R che servivano all'uopo.

475. Onde queste porte quando sono aperte si conservassero nella direzione in cui si voleva che restassero e si sostenessero contro la violenza dell'acqua ch'esse lasciavano sfuggire, che avrebbe potuto costringerle dapprima a fare un quarto di conversione, ciascuna dalla propria parte era ritenuta da una catena S T S legata ad anelli fortemente attaccati alle traverse M K, V X. D'altronde non si era trascorato nulla di quanto poteva assicurarne la solidità al pari di quella delle loro imposte coronate da un cappello *a b* lungo 46 piedi, serviente di leva a contrappeso caricato alla sua estremità con una grossa canna di ferro per sollevare il collare indipendentemente dalle rotelle dall'enorme peso delle imposte il cui telajo era

sostenuto da doppie scarpe di ferro *x y* (396), legate ai cappelli, che noi siamo stati obbligati a troncare in questo luogo per mancanza di sito, onde esprimerle tutte intere, ma di cui potrassi giudicare considerando l'elevazione di una delle spalle del picciolo passaggio della chiusa di Mardick, compresa nella Tavola 43 in cui si vede una delle porte girevoli, presa, come ho già detto, dalla chiusa di Bergues avente simili cappelli. Nella prima figura queste scarpe abbracciano la traversa da una parte e dall'altra del perno dell'albero girevole, come conviene che sia, mentre nella seconda per equivoco non sono situate del pari. Del resto per non lasciar nulla a desiderare su quanto entrava nella costruzione di queste porte, ecco le dimensioni dei loro legnami.

476. I ritti cardinali e battenti avevano 16 per 18 pollici di riquadratura, le traverse M ed I 30 per 22, colle loro estremità ridotte a 16 di grossezza per agguagliare quelle dei battitoj precedenti, avendo soltanto nel mezzo 30 pollici per collocarvi i perni superiore ed inferiore dell'albero corrente. La terza L, non ne aveva che 16 per 22, il cappello *a b*, 24 per 30 alla testa più grossa che serviva di contrappeso. Riguardo alle brache *k* corrispondenti al telajo grande avevano pollici 2 per 16.

L'albero *u z* della porta girevole avea 20 per 23 pollici di grossezza abbracciato sopra e sotto da doppj asciallloni *g h, k l* ciascuno di pollici 21 per 16 di grossezza ridotta a 12 verso le estremità, il cui legame coi battitoj *g m k*, che avevano 14 per 16 pollici è espresso in grande dalla fig. 2, in cui si osservano pure le pieghe *n* pei travicelli di un portello; la posizione di un portello, la posizione dell'imposta *y*, la battuta *t* del rivestimento, e il modo onde questa porta è commessa al battente *e f*.

Le traverse *l* avevano 14 pollici, per 12; le brache *m* 10 per 12, al pari dei travicelli *m*, gl'incastri *o*, 4 per 6 pollici, il tutto poi ricoperto di un rivestimento grosso pollici 2 e mezzo con doppia calafattura di stoppa, impeciato e catramato colla stessa cura come si fa pei vascelli. L'insieme dei principali pezzi di legname di quest'armatura era fortificato da squadre, staffe e piattabande di ferro, attaccate solidamente dalle due parti. Tutte queste ferramenta erano di una forza proporzionata alla grandezza delle imposte, secondo gli articoli 388, 389 e 390, ai quali rimetto per timore di affaticare con soverchj dettagli. Aggiugnerò soltanto che per giudicar bene del modo onde dev'essere tagliato l'albero girevole per ricevere gli asciallloni ed i maschi delle traverse e delle brache, bisogna considerarlo rappresentato in grande e in due sensi diversi su la Tavola 36, ed esaminare la relazione che hanno le lettere che l'accompagnano, con le loro analoghe marcate su la figura 2, Tavola 34.

477. Malgrado sì giuste misure per parte degl'Ingegneri che fecero costruire queste porte per guarentirle da qualunque sinistro, crederebbesi che per la trascuranza di uno sciagurato custode che era ubbriaco, ebbero l'umiliazione di vedere a rompersene una in loro presenza nell'occasione la più spiacevole? Erano quasi due anni che esse agivano in modo da attrarre la curiosità degli stranieri, quando nel 1716 il maresciallo d'Asfeld stato creato direttore generale delle fortificazioni di Francia, andò a Dunkerque nel primo viaggio ch'ei fece in Fiandra: e siccome allora in tutta Europa eccheggiavano le voci di meraviglia sul canale e su la chiusa di Mardick, la prima cura del nuovo direttore fu quella di andare a giudi-

carne da sè stesso. Recatosi a piedi alla chiusa, accompagnato dai personaggi più distinti della contrada, per vedere l'azione delle porte girevoli, uno dei custodi che aveva gozzovigliato alla colaziona, volendo fare male a proposito il disinvolto, girò con tanta velocità la manovella del martinetto corrispondente ad uno dei portelli, che si ruppe immantinente l'equilibrio, una delle porte si aperse con tanta violenza che sforzò tutto quanto ne limitava il cammino ordinario, ruppe il proprio telajo e fu trascinato dall'impeto dell'acqua con orribile fracasso; tristo esempio che dimostra con quanta saggezza debbono essere maneggiate le porte di questa specie. Quest' accidente che fece molto strepito potè bensì, come dissi nell'art. 469, screditare alquanto le porte girevoli, ma molto ingiustamente, mentre tale sciagura non avvenne alla chiusa di Bergues. È vero che a quelle di Mardick si poteva rimproverare di essere un po' troppo larghe e per conseguenza di aver dato ad esse troppo braccio di leva, mentre le precedenti erano meglio proporzionate. Perocchè non era necessario di far ad esse occupare il grande intervallo che esiste fra i perni *ef*, *gh*, che si può restringere con due pali d'appoggio quando le imposte hanno tanta portata come queste od anche allogare nello stesso intervallo delle porte girevoli accoppiate delle quali si conosceranno meglio i buoni effetti colla descrizione che segue.

478. Si giudicherà facilmente del meccanismo di queste sorte di porte considerando la pianta ed il profilo onde sono rappresentate in grande su la Tavola 35, ove si rimarcherà che ciascuna di esse espresse da B C può girare sul suo albero A come quelle di Gravelines con questa differenza che qui sono due per chiudere un passaggio solo, nel mezzo del quale è un battente mobile D E che serve di appoggio al battente dei due grandi lati A B di larghezza doppia di quello dei piccioli, facendo attenzione che questo battente è formato come indica la pianta D E della sua base, chiuso da tre lati, due dei quali sono retti, il primo doppio del secondo onde avere una faccia larga abbastanza per servire d'appoggio alle porte, mentre il picciolo deve essere più stretto dell'intervallo che è fra esse onde il battitojo facendo un quarto di rivoluzione, cessi di sostenerle. Quanto alla terza faccia essa fa un angolo misto con la prima per non incontrare le porte se non quando si truvano nelle circostanze seguenti.

Quando il mare per mezzo del suo flusso ha riempito il serbatojo le cui acque debbono servire a nettare e dopo avere sfiorato cominciano a ritirarsi, le porte si appoggiano da sè contro il perno D E senza altro fastidio per parte del custode che quello di girarlo nella situazione indicata nella pianta e nell'alzata. Allora le porte sostengono il carico dell'acqua fino al momento in cui il mare essendo basso si crede a proposito di scaricarle forzando il perno, per mezzo di una leva, a fare un quarto di conversione: appena si aprono le porte il loro lato maggiore si dirige verso la riva, come è indicato dalla punteggiata *c b* senza essere affatto paralella alle spalle essendo ritenute dai contrasti *d* fino al nuovo flusso, il quale venendo a colpire queste porte istesse, molto più su la parte sagliente che su quella che è all'indietro, costringe i primi a passare dalla parte del paese e a prendere una direzione totalmente opposta alla precedente, cioè la parte che era innanzi, prende il posto dell'altra, e reciprocamente senza che il perno vi ponga ostacolo perchè il suo lato minore rimane colla faccia verso la riva.

Quando il serbatojo è pieoo e comincia il riflusso, il mare trascina seco il lato maggiore delle porte, perocchè esse trovano lo stesso vantaggio discendendo che salendo, con questa differenza che il custode avendo fatto girare il palo, le porte sooo fermate come nel primo caso al pari dell'acqua racchiusa, per produrre poscia l'effetto della sua destinazione e così alternativamente seguendo sempre l'azione del flusso e del riflusso nel modo più semplice. Che se si avesse voluto impedire all'acqua di passare nel serbatojo, vedesi che bastava volgere verso la riva la faccia maggiore del perno per sostenere le porte in senso contrario al precedeote.

479. I portoni di questa maniera furooo molto felicemente immaginati alla fine dello scorso secolo da Castin, in quell'epoca ingegnere in capo della Corte di Noroiandia, le cui produzioni provano incootrastabilmente che non abusò del titolo attribuito a quelli della sua professiooe. Mi sia nondimeno permesso di osservare che l'albero girevole di questi portoni situato ai due terzi della loro larghezza mi sembra dar troppo vantaggio al lato maggiore sul picciolo, essendo l'azione dell'acqua contro le due parti, come quattro ad uno, secondo l'articolo 461, il che deve farli sfuggire con una violenza straordinaria e quindi affaticarli molto al pari del peroo che li sostiene quando sono chiusi, e al contrario credo di poter assicurare che basterebbe che l'albero rotante fosse posto soltanto ai *sette dodicesimi* di tutta la larghezza, che trovandosi allora divisa nel rapporto di 7 a 5 l'azione dell'acqua contro i lati sarebbe come 49 a 25, quadrato di questi due numeri, il primo dei quali esseodo presso a poco doppio del secondo, il mare avrà sul lato maggiore tutto il vantaggio che gli occorre produrre all'effetto che si cerca, della qual cosa cooverranno quelli che avranno inteso bene l'articolo da me citato.

480. Vedesi qui su la stessa Tavola la pianta ed il profilo di una chiusa, simile a quella di San Valery in cui Castin fece l'applicazione, come pure a Fecamp, di queste porte ingegnose. Si osserverà che il terreno esseodosi trovato di buona qualità, la fondazione della platea è stata fatta presso a poco come abbiamo insegnato negli articoli 311, 312; che questa chiusa si suppone a due passaggi per dare minore larghezza ai portoni che si vedono rappresentati in una mentre l'altra che si suppone veduta d'alto in basso mostra gli ascialloni H I che uniscono il perno di mezzo e i due alberi girevoli; questi ascialloni sono sostenuti da un telajo K L M N fortificato da traverse e leghe, il tutto supposto ricoperto di un tavolato che serve di piattaforma elevata sopra le pile per le manovre del custode che può andare dall'uno all'altro passaggio lungo il ponte di pietra ad uso del Pubblico di cui il profilo rappresenta uno degli archi. Per maggior intelligenza aggiungerò che in fronte a ciascun ritto D E, fig. 1, vi deve essere un foro O, praticato esteriormente nel parapetto per ricevere l'estremità P di una barra P Q che serve di leva infilata nella testa del perno, onde fermarlo nella situazione in cui si vuole che rimanga quando i portoni sono aperti o serrati. Che se la chiusa non fosse attraversata da un poote di pietra, vi è un'infinità di altri mezzi di arrestare la stessa leva.

481. Alcuni anni dopo l'ultimo bombardameoto di Dieppe, succeduto nell'anno 1694, il maresciallo di Vauban scrisse una estesa memoria su ciò che vi era da eseguire per mettere questa piazza al coperto dall'essere incendiata ancora come era stata, e siccome il suo porto si colmava per

mancanza di chiuse di cacciata che lo espurgassero, questo grand'uomo aveva il pensiero di allungare le pile del ponte del Polet, sotto cui passa il fiume *Arque*, per fare in fronte alle arcate una serie di porte simili a quelle della pianta antecedente, che si può riguardare comprendente due arcate di questo ponte marcato nella sesta figura, con le due ture che si dovevano fare successivamente per ciascuna metà dell'opera. Benchè questo progetto non abbia avuto luogo, ho creduto nondimeno di doverlo menzionare per dimostrare l'applicazione dei portoni accoppiati in caso simile a quello di Dieppe.

482. Dopo ciò che ho detto di questa specie di porte, se si ritorna alla Tavola 34, vedrassi che con un poco d'industria non è difficile sostituirle ai portoni girevoli incassati, come l'ho fatto per divertimento; il solo punto che mi ha di molto imbarazzato era quello di far sì che il custode potesse girare comodamente il perno di mezzo. Mi vennero in pensiero diversi mezzi, ed uno fra gli altri che volentieri avrei qui riferito; ma non ho potuto per mancanza di spazio onde collocare la figura, mentre allora tutte le tavole erano già incise e numerate, perciò ho preso il partito di lasciare che se ne occupino da loro gli uomini dell'arte.

CAPO SECONDO

DESCRIZIONE DEL NUOVO CANALE DI GRAVELINES E DELLA SUA CHIUSA.

483. L'esecuzione di un canale per recare al mare le acque del fiume Aa, essendo stata ordinata dal re nel 1737, scavando quello che gli Spagnoli avevano altrevolte cominciato, e la chiusa per conservarlo in buono stato, stabilita al margine della controscarpa della piazza nel punto A, come si è veduto nell'articolo 443, si cominciò col determinare dapprima l'allineamento pel canale facendo un taglio a partire dal punto che doveva essere nel mezzo della nuova chiusa, e di là andando ad attraversare la platea dell'antica degli Spagnoli, distante 900 tese circa dalla precedente; in seguito fu prolungata per una stessa lunghezza da picchetti fino alla linea della bassa marea, ove dovevano terminare le dighe di fascine. Quindi la lunghezza del canale sopra una stessa linea retta si trovò di circa 1800 tese senza comprendervi il giro di 340 che doveva fare lo stesso canale scavato nell'antico letto del fiume per giugnere al margine della platea della chiusa a porta girevole che s' incontrò per mezzo de' scandagli e livellazioni che si fecero 7 piedi sopra il livello della chiusa degli Spagnoli, stabilita al livello della linea della bassa marea; circostanze che servirono a determinare la profondità del canale ed il pendio del suo letto.

Tracciata in tal modo questa linea si elevarono su la sua estremità corrispondente al pelo della più bassa marea, due perpendicolari di 20 tese ciascuna, l'una a destra l' altra a sinistra, facenti insieme 40 tese, per la larghezza del canale alla sua imboccatura, dopo di che si fece la stessa operazione nel gomito in cui doveva congiugnersi al fiume Aa, con questa differenza che ciascuna perpendicolare non aveva che 15 tese affinchè la larghezza del canale si trovasse di 30 ridotta a 22 pel fiume dalla sua unione col canale fino al piede dell'antica chiusa B. Poscia pei punti determinati si condussero delle linee che marcarono l'ampiezza esterna del canale e della parte compresa fra il punto dell' alta e della bassa marea, delle acque vive ordinarie.

Subito dopo, fu distribuito il lavoro alle truppe che avevano messo campo sotto Gravelines, alle quali fu ordinato di scavare a banchine alte un piede per due di larghezza, secondo le rive interne del canale, e sempre successivamente del pari fino alla profondità del suo fondo che mezzanamente fu determinato di 18 piedi in fronte al forte Filippo, onde congiugnersi con la platea della chiusa degli Spagnuoli, che era, come ho già detto, a

livello colla linea della bassa marea e risalire di là in dolce declivio fino a quello della chiusa B. Tutte queste banchine furono poscia ritagliate per formare una scarpa la cui base si trovava doppia dell' altezza, quale conviene alle terre sabbioniccie, quindi il canale aveva 35 tese di larghezza media al di sopra e 23 nel fondo; ma prima di venire a ciò si erano tracciate esteriormente a tre tese di distanza dalle sue sponde delle paralelle per formare de' rilasci, che debbono essere elevate per 4 piedi sopra le acque vive, quando il canale sarà terminato.

484. Oltre questi rilasci si fecero anche delle banchine larghe due tese, compreso il loro pendio, per corrispondere ad un parapetto alto piedi 4 e mezzo come al solito e grosso 4 tese circa avente all' esterno una scarpa eguale all' altezza; lo scopo di questo parapetto fu quello di camminare al coperto lungo il canale dalla città fino al forte Filippo, secondo la perizia dalla quale ho estratto ciò che riferisco.

In quanto al canale non fu esso scavato che fino ad un certo punto, perocchè la nuova chiusa doveva successivamente profondarlo dopo aver fatte delle dighe di fascine per contenere la corrente dell' acqua nella stessa direzione. Ma su ciò, come su altre cose appartenenti alla costruzione di questa specie di canali, non mi trattengo, e passerò alla descrizione della sua chiusa, senza fare menzione della mano d' opera, di cui giudicherassi facilmente dopo tutto ciò che ne ho detto per evitare delle ripetizioni, la cui lettura diverrebbe di una noja insopportabile. Farò lo stesso per tutte le altre chiuse, onde non arrestarmi più che sopra le loro principali proprietà.

485. Se si considerano con qualche attenzione le piante ed i profili di questa chiusa su le Tavole 36 e 37, vedrassi essere divisa in due passaggi ciascuno simile ad H D E I, unico ben distinto sopra una metà della pianta in cui si è rappresentato d' alto in basso e separato dalla linea A D dall' altro che indica l' ultimo e penultimo graticcio della fondazione, coi pezzi principali corrispondenti ai puntoni ed alle soglie.

Devesi rimarcare che ciascuno di questi passaggi non avendo che 13 piedi di larghezza, per agevolare il maneggio delle paratoje V e delle porte al mare X, si è praticato nella grossezza di ciascuna spalla un acquidotto o pertugio largo 6 piedi per 7 di altezza sotto la chiave della volta, marcato dalla punteggiata N O P Q, ed un terzo nel mezzo della pila di cui qui non figura che la metà G M I K, come pure dell' acquidotto G L M K, ciascuno di essi chiuso da due paratoje S.

Con questa giudiziosa economia *de la Fon* ha trovato il mezzo di far sfuggire le acque del sostegno per una larghezza totale di 44 piedi senza avere gl' incomodi inseparabili dalle grandi chiuse; così egli ebbe la soddisfazione di veder riuscire la propria con unanime applauso, essendosi profondato il canale in pochissimo tempo molto al di là di quanto si era veduto fare da alcuna chiusa di cacciata, ad onta che fosse distante 1800 tese dal punto della bassa marea, il che assicura per sempre il libero scolo del fiume Aa, e per conseguenza il paese da Gravelines fino a Sant' Omer, contro le innondazioni che ne cagionano la ruina da sì gran tempo.

486. Per maneggiare le paratoje V ed i portoni X vi sono sei argani T, simili a quello di Mardick (423), situati su le spalle e la pila. È facile concepire l' uso di quelli che appartengono alle paratoje V esaminandone

i profili, ove vedrassi che le funi, i cui primi capi sono attaccati in *b*, si ripiegano su le taglie *a c*, di là passano su quelle di rimando *d*, e terminano agli argani di destra e a sinistra che si fanno agire insieme per muovere le paratoje in modo assai più comodo che non si fa d'ordinario con le ruote.

Circa le altre picciole paratoje S per chiudere i portelli, si giudicherà del modo onde s'innalzano, quando si sappia che nel luogo di ciascuna vi è un telajo *g n h n*, la cui trave *g* ha le sue estremità inchiavate nella murazione, come pure la metà dell'altezza de' suoi ritti *n*, formanti ciascuno una forza di cui il cappello *l m* serve a sostenere da una parte e dall'altra le estremità di un doppio asciallone *h*, abbracciante il collo di una vite Z che ha il suo dado praticato in mezzo di una trave *f* contro cui è attaccata la sommità della paratoja, mentre dall'altra parte questa vite si appoggia sul registro praticato nella trave *g* ch'essa non abbandona giammai, donde segue che quando si fa girare la testa *i* di questa vite, il dado F sale e per conseguenza la paratoja S si abbassa agendo in senso contrario. Questo meccanismo è facile ad intendersi al pari di quello che precede, considerando nella pianta e nei profili la relazione che hanno fra loro i pezzi indicati con le stesse lettere.

487. La lunghezza dei fondamenti di questa chiusa fino all'estremità dei contrafforti è di 18 tese per 15 di lunghezza fra le sponde della platea. La pila ha 20 piedi di spessore, onde avendone sottratti 6 pel pertugio, rimane bastante solidità ai suoi piedritti, il che è stato egualmente osservato pei pertugi delle spalle il cui spessore è di 16 piedi per 16 di altezza.

Riguardo alla fondazione i profili dimostrano che dopo aver piantati i pali e tagliati a livello del fondo eccetto quelli che debbono portare le travi maestre e gli appoggi delle palanche, si è elevato un massiccio di murazione grosso tre piedi per la parte inferiore delle platea e di quattro per la superiore che serve di strada; su la quale è stato posto un graticcio di traverse, poscia il primo tavolato inchiavato da un secondo graticcio simile al precedente, quindi un terzo di correnti e su questo un quarto di traverse su cui è stato inchiodato il tavolato della platea e la sua ricopertura. Dopo di che si è eretta la pila e le spalle come pure le sponde di murazione che ne forma le ali, per la lunghezza di 35 tese dalla parte del mare e di 16 verso la piazza, fino all'incontro delle ture corrispondenti alle fosse delle controguardie laterali. Il tutto fu costrutto, come anche le platee accessorie con un'attenzione degna dell'importanza dell'opera e della capacità di quelli che la condussero.

488. Quando si considera l'immensa quantità d'acqua che contengono insieme le fosse tutte ond'è circondato Gravelines, con quella che somministra il fiume Aa la quale può tutta essere condotta successivamente allo stesso punto A, si converrà che nessuna chiusa di cacciata ebbe mai un serbatojo più abbondante per la manutenzione di un canale, indipendentemente dal vantaggio ch'essa può procurare alla difesa della piazza, di vuotare e riempire le stesse fosse due volte in ventiquattr'ore con l'acqua del mare o del fiume Aa in quella quantità che si vuole, e farla circolare con un'arte che in questa piazza è stata portata più innanzi che altrove, come giudicherassi ancor meglio per la spiegazione di alcune altre sue chiuse, dalle quali sarà facile dedurre delle applicazioni secondo i casi che si possono presentare.

489. Si è detto nell' articolo 445, che vi era una chiusa F sopra un canale G H L I, facente parte di quello di Bourbourg comunicante col fiume Aa per servire di scarico quando le acque dal paese erano molto abbondanti o quando per qualche riparazione era interrotto il suo passaggio ordinario; aggiugnerò che vi sono ancora due altre chiuse atte a ciò, la prima delle quali serve a risarcire la fossa anteriore, e la seconda quella della piazza quando sieno state asciugate nel tempo della bassa marea dalle chiuse di cacciata e di fuga situata in C, che or ora spiegheremo, o dalla nuova A. Non mi arresterò a descrivere le precedenti F ed L che non comprendono nulla di particolare: ma mi arresterò un momento su quella che è in D, che chiamasi provvisoria, i cui sviluppi sono riferiti su la Tavola 38 in modo così sensibile che basta un' occhiata per giudicarne.

490. Questa chiusa è situata come si vede sul piano della piazza nella strada coperta in fronte all' angolo fiancheggiato del bastione del re, presso al braccio sinistro dell'opera a corno. La sua larghezza è di 14 piedi munita da tre paratoje, ciascuna delle quali ha il suo verricello particolare che si volge per mezzo di leve: queste paratoje sono separate da incastri di legno, come dimostrano la pianta ed i profili ch' io non mi trattengo a spiegare, mentre per intenderli bene basta esaminare il rapporto che hanno insieme i pezzi di legname indicati dalle stesse lettere che fanno conoscere il modo onde fra loro sono commessi ed inchiavati nel massiccio della fondazione, per assicurare la solidità sopra un terreno che si è trovato sufficientemente buono da non aver bisogno di essere palificato, appunto come quello da noi supposto nell' articolo 312. La qual cosa i disegni presentano in modo più istruttivo di quello che potrei dire, essendo presumibile che dopo tutto ciò che è stato insegnato nel primo libro su la costruzione delle chiuse in generale, il lettore non ha più bisogno che della loro semplice rappresentazione, e che la bontà del suo giudizio supplirà al restante.

491. Le figure 4, 5 e 6 della stessa Tavola comprendono il profilo e l'alzata di una picciola chiusa praticata in una delle ture che tempo fa esisteva a Dunkerque, di cui non si doveva parlare in questo luogo, mentre alla fine di questo volume un intero Capitolo tratta delle ture di murazione e delle loro picciole chiuse, il quale doveva essere accompagnato da questa tavola acciò si trovasse unita a quelle della sua specie; ma avendo pensato che era meglio riferire di seguito ciò che doveva dire sul giuoco d' acqua di Gravelines, anzi che separarne ciò che lo facilita, sono stato vinto da tale considerazione, e perciò mi riservo di ritornare alle stesse figure e passerò alla spiegazione della Tavola 39, comprendente ciò che appartiene alle chiuse di cacciata e di fuga segnate C su la picciola pianta di Gravelines, di cui abbiamo riportato in grande il prospetto del corpo di piazza corrispondente alle stesse chiuse onde farle intender meglio. Per orizzontarsi bene giova osservare che il parapetto N O rappresenta una parte di quello del braccio destro dell' opera a corno in cui si trova la chiusa F della quale si fece testè menzione, e che oltre a ciò vi è una tura di murazione K con una picciola chiusa che serve a vuotare le acque del fossato dell' opera stessa che si riempie per mezzo di un' altra praticata nello stesso modo nel braccio sinistro immediatamente all' ingresso delle acque del canale di scarico H F I.

492. Mentre Gravelines soffriva l' aria cattiva cagionata dalla mancanza

di scolo delle acque, si ricorse a varj spedienti per correggere un male che procedeva principalmente dalle fosse della piazza. Quello da cui pareva che si sperasse di più è stato di costruire due chiuse A e B nella strada coperta a destra ed a sinistra della piazza d'armi C, chiamata *della Gallina*, in fronte al mezzo della cortina fra il bastione del castello, e quello del *mulino rosso;* queste chiuse sono separate da una tura di murazione D attraversante la larghezza della fossa. Siccome sono esse perfettamente simili, la pianta ed il profilo che si vedono qui possono convenire egualmente ad esse, avendo ciascuna 8 piedi di larghezza e due paja di portoni ad angolo, l'uno per sostenere l'acqua del fiume quando si gonfia pel flusso del mare, l'altro quella delle fosse per lasciare ad essa la libertà di scolare nel tempo del riflusso, ove per l'una ove per l'altra, o per tutte e due insieme, secondo il bisogno.

Siccome la strada coperta di questa parte della piazza si trova composta di un parapetto rivestito di murazione, si è fatto un'arcata E sopra ciascun passaggio per servire di ponte, coperto da un muro merlato a cui si giugne passando su la piattaforma G H delle spalle, quindi la comunicazione non è interrotta.

493. Supponendo, come infatti è attualmente, che il fiume abbia una profondità conveniente al libero corso delle sue acque, ed il fondo della fossa abbia un poco di pendio a misura che dilungandosi esso si avvicina alle due faccie della tura D, è evidente che serrando le chiuse E, F, corrispondenti alla picciola pianta ed aprendo le altre due L, D, indicate su la stessa per far passare le acque del fiume nella fossa della piazza, essa vi circolerà tutto all'intorno per non isfuggire che nel tempo di bassa marea per quella sola delle due chiuse A, B che più piacerà. Perocchè se si lascia aperta la prima, e chiusa la seconda, l'acqua non potendo oltrapassare la tura D sarà costretta a fare il giro della piazza per evacuare. Se all'incontro si chiude la prima A e si apre la seconda B, essa spargerassi per quest'ultima e netterà la fossa in due modi col suo corso. È semplicissimo che la stessa circolazione può aver luogo con l'acqua del mare lasciandola entrare nel tempo del flusso per una delle chiuse ed uscire per l'altra col riflusso, quindi alternativamente. Evidentemente per facilitare ancor meglio l'azione delle acque dello stesso fossato, si è fatta un'altra picciola chiusa situata in E nella strada coperta.

Avendo fatto questa descrizione soltanto secondo mi suggeriva la memoria, dopo 20 anni che non sono stato a Gravelines, non la guarentisco immune da qualche errore di fatto, il che deve importar poco per l'istruzione del lettore a cui basta che gli esempj offerti sieno naturalmente possibili senza curarsi se i meccanismi sieno identici affatto sui luoghi. Veramente avrei potuto saperlo con maggior sicurezza, ma io non ho pensato che a conseguire il mio scopo che è quello di dare indicazioni di ogni specie su la direzione delle acque, e non già di dare relazioni di scrupolosa esattezza di quanto succede nei luoghi da me citati.

CAPO TERZO

COMPRENDENTE LA DESCRIZIONE DEL CANALE DI MARDICK E DELLA SUA CHIUSA SEGUITA DA UN PROGETTO PER BONIFICARE IL PORTO DI CALAIS.

Si è veduto agli articoli 98 e 99 che incominciata appena la demolizione di Dunkerque, Le Blanc, allora intendente della Fiandra, pensò al mezzo di facilitare lo scolo delle acque del paese per un altro luogo fuori del porto di questa piazza. Si credette dapprima poterle condurre al mare facendo un canale che sboccasse sotto Gravelines; ma fatte le convenienti livellazioni ed esaminato bene questo progetto, si conobbe che il lavoro sarebbe più del decuplo di quello che potrebbe importare un altro canale per lo stesso scopo condotto da quello di Bergues fino all' antica fossa di Mardick. Per giudicarne rettamente basterà conoscere che si sapeva che l' alta marea delle acque vive saliva a 20 piedi sopra la platea della grande chiusa del bacino di Dunkerque, mentre non si elevava che 12 su quello della chiusa di Gravelines costrutta da Vauban, il che dà 8 piedi di differenza, e siccome il canale di Bergues è il più profondo di tutti quelli del paese, per un libero scolo occorreva che quello che si voleva fare avesse almeno la stessa profondità, il che non si poteva in quanto a Gravelines senza immense spese pel cattivo stato in cui era il fiume Aa, colmo come abbiamo detto nell' articolo 442. D' altronde questo nuovo canale, dovendo supplire in parte alla perdita del porto di Dunkerque, era anche essenziale aver riguardo alla natura della rada eccellente in faccia alla fossa di Mardick, mentre non era la stessa presso Gravelines. Queste ragioni unite a molte altre che io passo sotto silenzio, determinarono Luigi il Grande a decretare l' esecuzione di quest' ultimo progetto.

494. Per tracciare il canale come vedesi rappresentato su la Tavola 3, si è dato alla linea di mezzo 1353 tese di lunghezza, dal ponte della chiusa di Bourbourg fino al principio del rotondamento, la cui curvatura si fece di 145 tese, e l' altra estremità prolungata per 353 fino alle palanche della platea accessoria della nuova chiusa. Questo prolungamento fu orientato in modo che le due braccia di canale unite dal rotondamento formassero insieme un angolo di 103 gradi; quindi la sua lunghezza fino a questo punto si trovò di 1851 tese.

Per regolare la profondità del canale se ne è dapprima stabilito il fondo al livello della platea della chiusa di Bourbourg, e di là si è condotto in pendio dolce dandogli 3 pollici e 6 linee ogni 100 tese, il che dà 5 piedi e 3 pollici di pendio per la lunghezza precedente.

L'altezza delle sponde del canale, misurata dal fondo, si è trovata di 18 piedi e 6 pollici presso il ponte di Bourbourg, e 27 piedi e 3 pollici presso la nuova chiusa, osservando che la loro cresta fu alzata in prima a due piedi sovra il piano di campagna, sino a 100 tese lungi dalla rotonda, e tale elevazione si aumentò in seguito di 6 pollici ogni 100 tese.

La larghezza del fondo del canale è stata determinata di 15 tese dal suo principio fino alla rotonda, i cui due archi di cerchio non si fecero concentrici, giacchè le loro estremità verso il mare, hanno 5 piedi d'intervallo più di quelle che guardano il paese, affinchè il braccio dalla rotonda sino alla nuova chiusa avesse al fondo 20 tese di larghezza invece di 15.

Le pendenze delle sponde essendosi fatte il doppio della loro altezza, o di due piedi ogni piede, la larghezza del canale presa al livello della sponda al ponte di Bourbourg, si è trovata 28 tese e 8 pollici, aumentando sempre secondo la profondità fino alla nuova chiusa, ove è terminata a 36 tese ed un piede.

495. La larghezza della sponda presa dalla parte della campagna del ponte di Bourbourg, fino all'origine della rotonda, si è fatta di 6 piedi, e quella dalla parte delle dune di 9, acciò i venti avessero minor agio a portar la sabbia nel canale. Di là queste sponde si sono allargate insensibilmente fino alli 15 piedi.

Le dighe da una parte e dall'altra su tutta la larghezza del canale si tennero alte 6 piedi sopra le sponde (di cui seguivano il livello) con una larghezza di 8 tese in sommità dal ponte di Bourbourg fino al principio della rotonda, e di là fu continuato colla larghezza 10 tese fino alla chiusa. La loro scarpa rivestita di zolle erbose verso il canale, regolato di 6 per 6 piedi, al pari del suo opposto per la diga che guardava la campagna; ma l'esterno dell'altra dalla parte delle dune si fece una volta e mezzo la sua altezza, cioè di 9 piedi. Tutte queste misure pel movimento delle terre furono determinate anticipatamente a seconda del prodotto dello scavo del canale e secondo le sue dimensioni.

In quanto all'altra parte del canale fra la chiusa e la riva, la sua lunghezza si è trovata 274 tese dalle palanche delle platee accessorie fino alla linea dell'alta marea, e quando l'opera fu compiuta del tutto, la profondità di questa parte era 15 piedi ed 8 pollici, livello della bassa marea; tutta la linea dell'alta marea avendo presso a poco 16 piedi di scarpa dalla linea di alta marea fino a quella della bassa.

496. Per far menzione di quanto fu operato durante la costruzione di questo canale, deve sapersi che dopo averlo tracciato se n'è divisa la larghezza in due parti eguali con una linea che si stendeva per tutta la sua lunghezza onde marcare il limite dei lavori che dovevano essere distribuiti alle truppe, e questa linea servì in pari tempo a regolare il canaletto per ricevere le acque che si esaurivano con mulini a cappelletto.

Le truppe si accamparono lungo le sponde del canale; da una parte era disposto un battaglione a compagnie, e quando ve n'erano due di uno stesso reggimento, il secondo era in fronte al primo; se non ve n'era che uno, il suo opposto era di un altro reggimento col quale si sapeva esistere della simpatia.

I cantieri sono stati distribuiti di tre in tre tese su la metà della lar-

ghezza del canale ciascuno con sei uomini, due per caricare e quattro per trasportare. Per fare la scarpa del canale si tracciò a tre tese dalla sua sponda superiore una linea, lungo la quale fu cominciato il lavoro prolondandosi per banchine senza che fosse permesso ai lavoratori oltrepassare queste parallelle, tranne per formarvi le rampe che si raddolcivano con risvolte allorchè si giunse ad una certa profondità. Con questo metodo si è fatto a meno di ponti che avrebbero costato molto all' appaltatore. Terminato lo scavo del mezzo del canale, si levarono via tutte le terre precedenti per formare la scarpa del canale che con ciò si trovò stabilita regolarmente.

Ogni battaglione somministrava 300 uomini pel lavoro, comandati da un capitano, dal suo luogotenente e da due sergenti; oltre un terzo pagato dall'appaltatore per invigilare alla conservazione degli utensili.

497. Alle cinque del mattino un colpo di cannone avvertiva i soldati che alle cinque e mezzo incominciava il lavoro; alle otto un secondo colpo li chiamava alla colezione, ed alle otto e mezzo si ripigliava il lavoro fino alle undici ore, ove un terzo colpo di cannone annunziava il desinare. Ad un'ora dopo il mezzogiorno un quarto colpo richiamava al lavoro fino alle quattro, che era seguìto da mezz' ora di riposo annunziato da un quinto colpo, dopo di che il lavoro proseguiva fino alle sette in cui si abbandonava al segnale del sesto colpo.

Siccome vedransi nel secondo volume dissertazioni molto circostanziate sulla maggiore economia dello scavo e del trasporto delle terre, io non mi arresto a ciò che è stato inteso bene o male nella costruzione del canale di Mardick, e passo alla descrizione della sua chiusa; perciò non parlerò nemmeno dello sterro che si fece per istabilirne la platea al livello della linea delle più basse maree nè delle masse di terra che si lasciarono superiormente ed al basso ad uso di ture situate 10 tese più lungi dall' orlo delle platee accessorie, onde avere spazio da collocare le macchine per esaurire le acque; supposte quindi tutte queste cose, darò primieramente una idea generale di questa chiusa acciò si possa giudicare meglio ciò che si è operato nella sua costruzione.

498. La Tavola 40, ne comprende la pianta rappresentata d'alto in basso come si vedrebbe se fosse isolata, cioè senza le terre di rincalzo che ne sostengono le spalle, d'onde risulta che le due tinte diverse dietro la grossezza della loro piattaforma indicano le riseghe della murazione dal fondamento. Riguardo alla platea fu stabilita bassa tanto che nei tempi delle forti maree, vi si trovino al di sopra circa 23 piedi d'acqua.

Vedesi, come ho detto più volte nel primo libro, che questa chiusa doveva essere divisa in due passaggi, uno largo 44 piedi pei grossi vascelli che la tempesta od il nemico avessero messo nel caso di entrare nel canale, e l'altro di 26 per uso dei vascelli ordinarj, affinchè quest' ultimo servisse ad alleggerire le porte del grande; questi passaggi erano separati da una pila di 30 piedi di spessore per praticarvi una incassatura F G H che facilitasse il moto della metà B C del ponte girevole A C del grande passaggio, e ricevesse la volta dell' altro D E che serviva ad attraversare il picciolo.

Per alleggerire le porte dell' immenso peso d' acqua che avevano da so-

stenere in certi tempi e guarentire il territorio dalle irruzioni del mare, che negli equinozj s'innalza ad una straordinaria altezza le medesime, si sono raddoppiate dalla parte della riva e da quella del canale. Quando le prime O P Q, V X Y erano chiuse nell'alta marea, la sua spinta si divideva fra loro facendola salire ad una certa altezza nella camera Q P O, V X Y, come ho spiegato negli articoli 138 e 139; al che pure contribuivano le acque dolci appoggiandosi contro il rovescio delle porte O P Q. Quindi si aveva in arbitrio di non lasciar entrare le maree nel canale se non all'altezza che si giudicava conveniente all'azione delle porte girevoli I K N, delle quali la I K è serrata, e l'altra L M aperta. Queste ultime potevano anche essere sollevate del loro carico tenendo chiuse le altre R S T, quando il mare si ritirava dopo aver lasciata nella camera N K I R S T l'acqua ad un'altezza proporzionata a quella del sostegno per dividerne il peso. D'altronde avendo un doppio ordine di porte tanto di mare che di terra si era certi che mancandone una per qualche accidente, l'altra poteva supplirvi. Che se il lavoro era considerevole si aveva il vantaggio delle ture che si potevano fare col sussidio degl'incastri praticati nelle spalle e nella pila. Su la qual cosa si osserverà che per fortificare queste ture, si avevano attaccate su le ultime traverse delle travi Z ov'erano praticate delle piaghe per ricevere i puntelli dei ritti applicati contro le travate. Del resto avendo bastantemente dettagliato negli articoli 381 e 474, le imposte di questa chiusa, come pure le porte girevoli e la loro manovra per profondare il canale, io non mi vi trattengo. Dirò soltanto che si troveranno ancora queste stesse porte situate nelle loro nicchie su la Tavola 44, che comprende l'alzato della pila veduta lungo il picciolo passaggio col profilo della platea, il cui progresso d'esecuzione è diviso in sei maniere diverse di lavoro successivo, rappresentate su le Tavole 41 e 42.

499. Tracciata la chiusa si cominciò dal piantare dei pali lunghi 9 in 10 piedi per 10 pollici in quadro di grossezza provenienti dalla demolizione dei moli di Dunkerque. Furono essi disposti a ordini bene allineati per tutta la larghezza della fondazione, terminata alla coda dei contrafforti senz'aver riguardo ai vuoti che lasciavano i loro intervalli come vedesi marcato nel primo lavoro. Questi ordini erano distanti tre piedi l'uno dall'altro, misurati da mezzo a mezzo, i centri di questi pali erano posati a 6 piedi di distanza sotto la platea dei passaggi, ed a tre soltanto sotto il massiccio delle spalle dei contrafforti e della pila, senza parlare degli altri che sostenevano le briglie di otto filari di palanche posate nei luoghi ordinarj; di modo che vi erano quattro tese fra il primo ed il secondo filare; 7 tese ed un piede fra il secondo ed il terzo; 3 tese e 2 piedi fra il terzo ed il quarto; 17 tese e 2 piedi fra il quarto ed il quinto, 3 tese e 2 piedi fra il quinto e il sesto: 7 tese ed un piede fra il settimo e l'ottavo; finalmente 4 tese fra il settimo e l'ottavo filare, ritenuto che queste distanze sieno misurate da un mezzo all'altro dello spessore delle palanche. Quindi la lunghezza della chiusa si è trovata di 46 tese e due piedi, escluse le briglie esterne e gli accompagnamenti di 4 tese di sporto al di là dei contrafforti.

500. Dopo aver munito di muro l'intervallo dei pali ciascun ordine precedente fu coperto da un corso di traverse marcato come secondo lavoro; poscia si è posato il secondo graticolato di correnti ed il primo tavolato della platea

sotto il passaggio soltanto come indica il terzo lavoro, ove si vedono pure i pezzi maestri destinati a sostenere le soglie.

I vuoti formati dai compartimenti, essendo stati riempiti di murazione, si è posato un terzo graticolato fatto di traverse espresso nel quarto lavoro. Riguardo al quinto esso dimostra il secondo tavolato, attaccato sul graticolato precedente con l'insieme dei puntoni ed il rialzo de' battitoj. In quanto al sesto lavoro si riduce a far vedere la sovrapposizione del tavolato precedente, cioè la platea della chiusa e la prima corsia delle spalle e della pila; ma per giudicar meglio di ogni cosa bisogna considerare i profili riportati su la Tavola 44, relativi alla quindicesima da noi spiegata nell' articolo 254.

501. Mentre si fondava la chiusa, si lavorava pure a stabilire le platee accessorie nel modo da noi spiegato all' articolo 328, relativo alla Tavola 43, contenente quella che guardava al mare; perciò fa duopo rileggere tale articolo osservando che A indica una parte del fondo del terreno, B gli strati di argilla applicati sopra, C quelli di fascine, D gli stessi strati contenuti da lattole, E le pietre onde si sono riempiti gl'intervalli di queste lattole, F il graticolato posato sopra le fascine, finalmente la fila di palanche GH che terminano questa platea, oltre la quale ve n'ha un'altra IK, ma più semplice per meglio guarentire il fondo dalle corrosioni che vi potrebbe praticare la violenza delle acque del sostegno. Siccome era necessario del pari che le scarpe della parte del canale fra la chiusa ed il lido fossero preservate dallo stesso accidente; si sono pure rivestite di fascine, legate e coperte di pietre, come indica il profilo che è al basso della Tavola stessa.

Le ale L M N di questa chiusa sono state rivestite di legname sul guato della costruzione insegnata negli articoli 364, 365, ove si è fatta menzione di un primo e di un secondo dormiente T V, X Y, onde poter allungare le chiavi O P della parte Q R con la quale sono legate nel caso in cui le sponde abbiano molta elevazione. Aggiugnerò che la tinta marcata S è il rinforzo di argilla innalzato dietro il rivestimento per impedire che l' infiltrazione delle acque penetri le terre dell' argine.

502. In quanto al canale fu orientato a N. N. O. mentre quello di Dunkerque è a N $\frac{1}{4}$. N. O. La lunghezza del primo era nel 1715 di 860 tese circa per 40 di larghezza alla sua imboccatura. Esso fu allineato da due moli che si formarono scavando una trincea di un piede di profondità per tre tese di larghezza piene di fascine elevate a strati colla loro lunghezza posata a traverso di questa trincea fino all' altezza di due piedi. Queste fascine furono assicurate con legami posati secondo la lunghezza del canale alla distanza di due piedi gli uni dagli altri, acciò se ne trovassero 9 nella larghezza. Il tutto fu ricoperto da uno strato di grosse pietre cavate dalla demolizione dei moli di Dunkerque assicurate da picchetti piantati assai da vicino, il che fu eseguito mano mano, che il mare era basso, dall' estremità delle dighe dalla parte del canale fra la chiusa ed il lido (395) fino alla linea della bassa marea. Il molo all' ovest fu anche prolungato per 40 tese al di là della testa di quello all' est per guarentire l' imboccatura del canale dagl' insabbiamenti che avrebbero potuto cagionarle le onde venendo dall' ovest.

503. Sul principio del 1715 si tracciò nel mezzo dell'intervallo fra i due moli precedenti, un picciolo canale lungo 6 tese scavato da lavoratori, posti primieramente lungo la parte più vicina della linea della bassa marea, crescendo la quale quelli della testa si ripiegavano dietro gli altri e così alternativamente rinculando verso il margine superiore del lido. Lo sterro era di mano in mano riportato in panieri dietro il molo all'est piuttosto che dietro quello all'ovest, perocchè la marea crescente avrebbe riportate le sabbie in questo cavo che si allargava a misura che si appressava all'origine dei moli, ove si faceva di 10 anzichè di 6 tese. Per questo lavoro fu scelto espressamente il tempo delle acque morte in cui le maree non elevandosi così alte come al solito, i soldati potessero lavorare tutta la giornata; il che fu continuato così fino al 5 di febbrajo seguente, nel qual giorno si tagliò la tura verso il paese.

504. All'indomani le acque dolci essendo all'altezza di 14 in 15 piedi furono abbandonate nella bassa marea verso mezzodì e sgorgarono pel fosso. I giorni seguenti la chiusa rimase di continuo aperta acciò il mare pel suo flusso e riflusso dilavasse e trasportasse seco le sabbie che i lavoratori avevano smosso entro il canale col soccorso di aratri e di rastrelli. Continuando ad agire in tal modo nel tempo delle basse maree, il rigagnolo acquistò ogni giorno nuovi aumenti in profondità e larghezza e si estese a poco a poco fino ai moli di fascine, specialmente dopo che si ritennero le acque nel gran canale per abbandonarle coll'azione delle porte girevoli. Nondimeno, siccome l'impeto del loro corso avrebbe potuto distruggere i moli, se ne guarentì il piede con nuovi letti di fascine legati e carichi di pietre applicate sul pendio che si formava, come mostra il profilo a destra della Tavola 43, imitato da ciò che si è seguito nelle dighe del canale di Gravelines nel 1744. Si osserverà che per impedire all'acqua di perforarli si è fatto un rinforzo di argilla marcato A, costrutto al pari del resto secondo le regole dell'arte, come dettaglieremo più particolarmente nel secondo volume, parlando dei moli di ogni specie.

505. Per mostrare che non ho insistito senza ragione su varj punti del primo libro circa la necessità di meditare seriamente sopra ogni parte del progetto di una chiusa prima di venire all'esecuzione, e quanta cura si doveva avere nel corso della costruzione per renderla esente dalle negligenze che si osservano in quelle stesse che passano per le più perfette, riporterò per intero le osservazioni di uno degli abili ingegneri impiegati nei lavori del canale di Mardick sui difetti della chiusa di esso. Benchè fosse uno di quelli che ebbero una gran parte in questa grande opera, il suo amore pel vero non gli permise dissimulare gli errori che vi si commisero.

« Le prime traverse non avrebbero dovuto eccedere che di un piede
» il di dietro della murazione.

» Le seconde traverse non si dovevano porre che sotto i passaggi delle
» chiuse, e non dovevano entrare che due piedi a destra ed a sinistra
» sotto la pila e le spalle, e non sotto tutta la grossezza della murazione.

» Gli angoli dei portoni non sono a squadra con la linea di mezzo
» della chiusa, onde le braccia sono in isbieco, e quello di Mardick non
» ha che 4 pollici di ritirata innanzi al primo appoggio delle palanche.

» La linea di mezzo della pila è male tracciata onde il centro della
» curvatura si trova di fianco.

» Nel secondo tavolato le assi sono d'ineguale grossezza onde la so-
» vrapposizione che dovea coprire le commessure si fa assai male.

» I piccioli contrafforti fra quelli delle coscie e quello del ponte gi-
» revoli sono inutili; come pure quelli agli angoli.

» I contrafforti del ponte girevole avrebbero dovuto essere rotondi,
» che è l'oggetto per cui sono fatti, non già in linea retta, onde si sa-
» rebbe risparmiata della murazione.

» La risega che è tutta in una volta di 9 piedi nella spalla all' est,
» avrebbe dovuto essere di tre in tre piedi.

» La grossezza delle ali d'accompagnamento è troppo grande essendo di
» 21 piedi e 9 pollici, non avendo nulla da sostenere, mentre le terre spingono
» del pari i due lati; esse non sono fatte che per impedire le correnti d'acqua
» che volessero penetrare dietro le spalle; questa grossezza è tanto più
» grande, in quanto che i rivestimenti dei corpi di piazza alti 30 piedi,
» non ne hanno 12 al basso.

» Le dette ali avrebbero dovuto essere fatte secondo l'allineamento
» delle sponde di legname, e se si paragonasse la spesa delle dette
» braccia e delle sponde di legname con quelle che avrebbero costato le
» braccia di murazione che non avessero più di 12 piedi alla base, dando
» ad esse il pendio ordinario della murazione, la spesa sarebbe stata al-
» meno eguale.

» Le dette ali essendo serrate fra le terre non avrebbero dovuto
» avere le pareti di pietra da taglio, come si è fatto.

» I contrafforti delle cosce sono troppo grandi fino all'altezza di 15
» piedi nella spalla all'est, fino a 18 piedi nella spalla all'ovest, avendole
» ritagliate a 6 piedi, e questo grande spessore di murazione non si
» è dato che pei tiranti dei collari, affinchè sieno più lunghi ed abbiano
» più chiavi serrate nella muratura.

» Non vi è bastante carico di murazione sopra i tiranti dei collari,
» non essendovene che 14 in 15 pollici.

» Non vi è ragione che un contrafforto delle coscie in una spalla sia
» più largo dell'altro, e non si fa risega quando s'accorge di tale difetto,
» e che per conservare la simmetria si riporta al contrafforte in faccia al-
» l'altra spalla.

» Non si è fatto l'incastro delle porte girevoli tanto nel grande quanto
» nel picciolo passaggio profondo abbastanza, in guisa che le dette porte
» nel grande passaggio sporgevano quasi 15 in 16 pollici insieme, e che il
» passaggio di 44 piedi, si trova ridotto a 42 piedi ed 8 pollici, quelle
» del picciolo passaggio alle porte giranti e quelle contro il mare, spor-
» gevano 9 pollici insieme, in guisa che il detto passaggio trovasi ridotto
» a 25 piedi e 2 pollici.

» Si sono fatti molti risalti in tutte le corsie di pietre da taglio, ed
» il loro livello non vi è stato bene osservato; questo difetto riguarda prin-
» cipalmente la bellezza dell'aspetto.

» La poca lunghezza e larghezza dello sterro che si è fatta in questa
» chiusa ha cagionato molte difficoltà, ritardi e spese a motivo delle sab-
» bie che ricadevano sempre nelle fondazioni, e quindi ritardavano lo scolo
» delle acque.

» I correnti delle platee accessorie avrebbero dovuto terminare sopra

» un secondo appoggio alle prime file di palanche, tanto all'ingresso che
» allo sbocco della chiusa.

» Fra i pali di fronte alla diga di legname si sarebbe dovuto munire quest'intervallo con piccioli pali, non essendovi che terra grassa e pietra, non potendo esservi messe delle fascine.

» Non si sono legate le fascine della platea anteriore all'uscita della chiusa; i collari del grande passaggio non sono a livello, ve ne sono alcuni in cui l'alto della squadra tocca il collare e non il tallone.

» Le seconde cavicchie della prima ed ottava fila di palanche messe nei secondi appoggi sono affatto inutili e di spesa superflua.

Descrizione di un progetto di chiusa per bonificare il porto di Calais.

Dopo la demolizione del porto di Dunkerque, ogni interesse richiedeva che si pensasse a bonificare quello di Calais; perciò Moyenneville, direttore delle fortificazioni di questa costa, fece varj progetti di chiusa, uno fra gli altri che si può considerare come il più magnifico che mai siasi veduto, del quale il maresciallo di Vauban avea già data la prima idea. Perciò l'ho riportato sotto il nome di questo grand'uomo nelle Tavole 46 e 47; ma la sua esecuzione è stata sospesa sinora per l'enorme dispendio che cagionava; nonpertanto questo progetto è sempre degno di essere riferito come un esempio di ciò che si può fare di meglio in un caso simile a quello che l'ha prodotto, e che non si può intender bene senz'avere qualche conoscenza dei contorni di Calais di cui do la topografia nella Tavola 45.

506. Non intraprendo a spiegare l'azione delle acque che si portano al mare pel porto di questa piazza, non già perchè non se ne possano ricevere molte istruzioni sul modo onde sono dirette quelle che passano per le chiuse del forte di Nieulet, situate ad una mezza lega da Calais; ma sarebbe stato un uscire dai limiti in cui ho creduto dovermi rinchiudere, non avendo per iscopo che la descrizione del progetto di cui si tratta, onde non ho riportato questo forte che non avrebbe potuto essere compreso su lo stesso foglio senza una tavola di straordinaria grandezza; mi appagherò di dire che tutte le acque del territorio non si possono effondere al mare, se non passando fra la cittadella e la diga *ab*, ove si aveva il disegno di costruire le chiuse A B, avendo per iscopo di rilasciare nella bassa marea tutte le acque che avrebbero ritenuto per nettare il porto ed il canale, al che avrebbero anche contribuito di molto quelle che si avessero lasciato passare al di là nella marea montante in un vasto terreno atto a servire di serbatojo fra il forte Nieulet e la cittadella. D'altronde queste chiuse non potevano essere meglio situate che sotto il fuoco di questa fortezza, come se ne giudicherà.

507. Per poco che si esamini in dettaglio la Tavola 46, vedrassi che contiene gli sviluppi della fondazione di cinque chiuse diverse, situate di fronte, la più grande delle quali che è quella di mezzo, si suppone che abbia un doppio ordine di porte verso il porto ed altrettanti verso il territorio, articolo 498. Questa chiusa di 36 piedi di larghezza, doveva corrispondere in seguito ad un bacino destinato a ricevere un gran numero

di vascelli, pari alla capacità del porto di Calais, non avendo l'attuale bacino bastante ampiezza. A destra ed a sinistra della stessa chiusa, se ne suppongono due altre larghe 16 piedi aventi nel mezzo una porta girevole isolata, guarentita da due altre ad angolo come quelle della Tavola 24. Sono esse situate in modo che le linee L K, M K, Tavola 45, che passa per mezzo della lunghezza delle chiuse vengono ad incontrarsi nello stesso punto K della direzione I K in cui si trova la grande, acciocchè la riunione dell'acqua che sfugge da tali sbocchi sia capace di formare una corrente, la cui forza possa agire violentemente oltre la testa dei moli prolungati onde spingere il canale nel mare tanto avanti quanto fosse possibile. Ciò sarebbe immancabilmente avvenuto in seguito facendo le platee al livello delle basse maree, perocchè le chiuse si sarebbero trovate cariche di 16 a 17 piedi d'acqua, che è la comune altezza delle maree in questo porto. D'altronde si doveva anche aggiugnere da ciascuna parte una picciola chiusa di 6 piedi, la cui direzione L N, M O delle acque avrebbe esteso lo spurgo per tutta la larghezza del porto e servito di scarico senza essere costretti ad aprire le precedenti, al che avrebbe anche contribuito una terza praticata nella tura che serve a legare questa catena di chiuse alla diga *a b* di murazione fondata dopo il 1728. Quest'ultimo pertugio sarebbe stato tanto più necessario in quanto che avrebbe servito a cacciare le sabbie che i venti e le maree portano nelle burrasche lungo il porto, che sarebbe ben presto otturato, se attualmente l'azione della chiuse di Asfeld (P) e della cittadella (Q) non le portasse via a misura che vi si depongono.

508. Se si considera il modo onde le spalle della grande chiusa sono legate con quelle delle medie, vedrassi che ne risultano due grandi piattaforme ciascuna delle quali doveva essere coperta esteriormente da un parapetto munito d'artiglieria formante due formidabili batterie, una delle quali doveva essere di 9 piedi superiore all'altra, come vedesi esposto nei profili compresi nella Tavola 47, che non lascierà nulla a desiderare per la perfetta intelligenza della precedente se si è attenti a ricercare i rapporti che hanno insieme i loro disegni.

Queste due batterie che si suppongono in comunicazione per mezzo di un ponte, essendo disposte su più faccie, avrebbero avuto il vantaggio di dirigere il loro fuoco da ogni parte per la difesa del porto, del rivellino e del forte Rosso, che si sarebbero trovati meno esposti ad un bombardamento, per la grande distanza a cui erano costrette di rimanere le golette bombardiere. Ed oltrecciò ne riceverebbe protezione la fronte della cittadella che guarda il forte Nieulet, ma la bontà di questo progetto si fa sentire abbastanza per non arrestarmi di più.

509. Sembrerebbe che fra tutte le posizioni che si possono dare ad una chiusa di cacciata la migliore fosse quella di situarla nella direzione del canale come in X sul prolungamento Y X, e Z Y dei moli; poichè allora le acque del sostegno che qui si suppongono in riserva nelle fosse della fronte di Gravelines agirebbero tutte per profondare il canale senza ricevere per via alcuna modificazione che ne alterasse la velocità. Però si guarda bene dal seguire quest'idea benchè sembri naturale, perchè nelle burrasche i flutti delle forti maree colpirebbero con tanta violenza le porte al mare che sarebbero distrutte ben tosto, il che succederebbe più presto a Calais che altrove, pei guasti che il mare è capace di produrvi. Siccome

è presso a poco lo stesso negli altri posti della Mauica, si è avuta molta cura di non esporre troppo le chiuse che vi esistono e di sottrarle, per così dire, ai colpi del mare che si avevano a temere, i quali sono talvolta così violenti che le più forti costruzioni durano fatica a resistere. Perciò all'Havre di Grace si è avuto minor riguardo alla posizione favorevole che si poteva dare alla chiusa di cacciata che è sull'argine della cittadella, che di guarentirla dai porteutosi effetti del mare nel fondo del porto, ove sembra che questa chiusa dovevasi collocare.

Soltanto adunque nel caso che una chiusa fosse ad una grande distauza della linea della bassa marea, può senza rischio trovarsi nella direzione del canale, perocchè le ondate s'indeboliscono a misura che è più lungo il cammiuo da percorrere. Del resto non bisogna credere che la grande violenza delle correnti cagionate da un sostegno, faccia sempre il miglior effetto per nettar bene un porto, vi è un' arte di regolarne l'azione secondo la disposizione dei luoghi che la sola esperienza può far conoscere quando è illuminata dai principj di una sana teoria, il che insegnerò nel secondo volume, trattando questo soggetto più particolarmente che non ho fatto finora, perocchè non conveniva distrarmi dallo scopo principale del primo in cui non doveva trattare, se non della costruzione e dell' uso delle chiuse, secondo il piano generale che mi sono formato di quest' opera. Perciò rimetto di parlare in seguito dei fórti di legname come E, e delle batterie di rovescio F che accompagnano i moli di Calais, di cui riporto gli sviluppi con quanto di meglio si è proposto per continuarne il prolungamento fino alla linea delle basse maree, e spiegherò le proprietà delle chiuse formanti il giro delle acque che servono a conservare questo porto.

510. Il canale di comunicazione fra Sant'Omer e Calais riceve tutte le acque del territorio che percorre e le può scaricare in mare per tre sbocchi indipendenti l'uno dall' altro. Per giudicarne è uopo sapere che le acque dolci di questo canale sono sostenute per la navigazione da una chiusa situata in S chiamata del crocefisso, larga 14 piedi, serrata da una paratoja, e da un pajo di porte ad angolo, il tutto simile alla chiusa riportata su la Tavola 20. Il suo scopo è pur quello d'impedire che le acque del mare si mescolino con quelle del canale, da cui la città trae un gran soccorso, specialmente i birraj; essendo ricevute da un acquidotto che passa da T in V, sotto il pianterreno della città, cui attraversano fino allo sbocco V, in cui si gettano nella fossa della piazza, di là si recano alla bassa marea per un altro acquidotto G nel bacino del porto, mediante la chiusa Joubert.

Quando le acque della campagna sono sovrabbondanti si sfogano d' ordinario in mare passando per la fossa della cittadella in cui è una chiusa Q, simile a quella del crocefisso; esse servono a spazzare il porto nella bassa marea, abbandonando le acque del canale di Crabes, venendo dal forte Nieulet. Questo canale può anche scaricarsi al pari di quello di Sant'Omer per la chiusa d'Asfeld, corrispondente alla corrente P L K, quando si hanno delle ragioni di tener chiusa quella della cittadella, il cui scopo è riempito dalla precedente che ha una porta girante e due altre ad angolo dalla parte del mare per 14 piedi di larghezza simile a quelle della Tavola 24. Quindi queste due chiuse agiscono alternativamente per mantenere il canale in uno stato così buono come può permetterlo la sua presente situazione e servono una in difetto dell' altra allo scolo delle acque del territorio.

CAPO QUARTO

DESCRIZIONE DELLA CHIUSA DI MUYDEN, UNA DELLE PIÙ BELLE D'OLANDA.

Di tutte le chiuse che esistono nei Paesi-Bassi, quella che più d'ogni altra eccita l'ammirazione, si è quella di Muyden, picciola città delle Provincie-Unite nell'Olanda Meridionale, alla foce del Vecht, braccio del Reno, da dove si separa nelle fosse d'Utrecht, per gettarsi nello Zuider-Zée, a due leghe da Amsterdam. Questa chiusa famosa, che serve a facilitare la navigazione del Vecht col mare, sembra che abbia dato l'idea del progetto per espurgare il porto di Calais, del quale si è parlato nel Capitolo precedente, avendo al pari di essa cinque vie di fronte, quella di mezzo, destinata al passaggio dei bastimenti e le altre quattro allo scolo delle acque del fiume. Servono anche a mantenere il canale ad una giusta profondità coll'azione delle loro porte girevoli. La rassomiglianza sotto ogni aspetto non può essere più completa, come se ne giudicherà considerando la Tavola 48, che rappresenta la chiusa di Muyden, veduta d'alto in basso; ma prima di passare alla descrizione di essa, giova sapere che il piede di cui farò menzione, parlando delle sue principali misure, è quello di Amsterdam che non vale se non 10 pollici, 5 linee ed un quarto di quello di Parigi.

511. Il passaggio del mezzo è formato da due pile di murazione, lunghe 264 piedi, grosse 14 e lunghe 22 sopra la platea, rinchiude una conca G H I K lunga 170 piedi fra le porte ad angolo H G ed I K, ove le più grandi belandre vi possono passare dall'interno al mare e viceversa, quando le acque delle due parti non sono a livello. Per non far passare che un bastimento di mediocre grandezza si è praticato verso il mezzo della lunghezza precedente un pajo di porte Q O che danno luogo ad un altro bacino più picciolo O Q I K, lungo 88 piedi che richiede per conseguenza minor tempo per metter le acque allo stesso livello mediante i pertugi praticati, come spiegheremo in seguito.

Il nome di belandra non essendo conosciuto che nei Paesi-Bassi, non sarà inutile il dire che indica un picciolo bastimento della portata di 80 tonnellate circa, assai lungo e piano avendo il suo apparecchio di alberi e di vele sul fare d'un *Heu*, specie di pacbotto olandese, e se ne servono principalmente nella Bassa-Fiandra pel trasporto delle merci grossolane, essendo assai comode per navigare nei canali e nei fiumi.

512. Per continuare la spiegazione della Tavola 48, vedesi che era naturale l'impiegare le porte d'acqua dolce R, onde conservare asciutta la conca nel caso di farvi qualche riparazione, e di averne altre al mare S, atte ad impedire quando si vuole l'ingresso al mare; frattanto siccome queste ultime avrebbero avuto da soffrir troppo in caso di tempesta, se ne sono messe due altre T per sollevarle, facendo passare nell'intervallo, che forma la camera fra queste due porte, secondo gli articoli 138, 139, onde dividere il carico al che possono anche servire quelle di mezzo Q O, trovandosi i pertugi disposti a questo fine come se ne giudicherà, ma fa duopo sapere dapprima che tutte queste porte sono alte 16 piedi, eccetto quelle al mare S, che ne hanno 20, dovendo sostenere le più forti maree, il che fa che la testa delle pile è più elevata di 5 piedi che non il restante della loro lunghezza, come mostrano i disegni della Tavola 50.

A 10 piedi circa sopra la platea nello spessore di ciascuna pila, si è praticato un acquidotto *ab* longo 90 piedi per 4 di larghezza e 6 di altezza, avente quattro sbocchi uno al rostro anteriore *b*, due altri corrispondenti ai rami *ac*, *a*, *d* ed un ultimo al ramo *ef*, tutti questi sbocchi poi chiusi da paratoje ad incastri per non aprirle che al bisogno. Supponendo, per esempio, le porte al mare di cinque vie chiuse, onde impedire alle maree di passar oltre nel tempo del flusso e che si abbiano delle ragioni per mettere l'acqua della grande conca a livello con quella del mare, per ciò non occorre altro che chiudere le porte H G, ed i pertugi *d*, *f*, e non lasciare aperti che gli altri *b* e *c*, onde l'acqua del mare entrando per *b*, possa uscire per *c*.

Che se al contrario l'acqua della conca si trovasse più elevata di quella del mare, si possono anche mettere a livello chiudendo l'ingresso *b* degli acquidotti aprendo i pertugi *d*; d'onde segue che questi acquidotti servono del pari a facilitare la navigazione ed a dividere il peso dell'acqua del mare fra le porte S, T e quelle del mezzo Q, O; poichè i pertugi C si trovano situati nel loro intervallo: il che è facile ad intendere dietro ciò che si è insegnato all'articolo 137.

513. A destra ed a sinistra del grande passaggio vi sono i canali corrispondenti alle quattro vie assegnate alle porte girevoli isolate, delle quali le due X, V, sono aperte, e le due altre Y, Z, chiuse; osservando che le più larghe V, Y di 20 piedi, sono doppie delle picciole X, Z, le une e le altre sono separate dalla pile *h*, *i* che danno luogo ai ponti formati dagli archi rappresentati nelle figure 2 e 3 della Tavola 50, dei quali è facile sentire la necessità per le comunicazioni che esigono le manovre del giuoco di questa chiusa; la quale d'altronde si può attraversare da una sponda all'altra passando sul ponte di legname che corrisponde al fiume. Questo ponte sostenuto in parte dalle pile M è tagliato in mezzo da due tavolati che s'innalzano da una parte e dall'altra per dar passaggio ai bastimenti.

Le porte girevoli di cui abbiamo parlato non avendo sportello come quelle di Gravelines, si muovono con argani coll'ajuto di funi e carrucole di rimando, come spiegheremo più sotto. Ciascuna pila *h*, *i* è attraversata da un picciolo acquidotto *g l*, avente una paratoja al pertugio *g* per far passare nella camera Z P l'acqua che riceve l'altra Y Z del pertugio *f*, corrispondente all'acquidotto *ab* che serve appunto a facilitare il giuoco

delle acque che espurgano il canale ed a sollevare le porte al mare che salvano le porte girevoli dalla violenza delle onde nei tempi burrascosi.

Ciò che ho detto della chiusa di Muyden non devesi riguardare che come un' esposizione preliminare delle sue principali proprietà onde mettere il lettore più a portata di seguirmi nel dettaglio seguente di tutto ciò che si è praticato nella sua costruzione e del meccanismo che serve a movere le sue porte.

514. Per giudicare della fondazione di questa chiusa bisogna considerare la pianta su la Tavola 49 ed i profili della Tavola 50.ª che ajuteranno a far conoscere l'insieme dei legni ond'è composta, riferendoli alla posizione delle lettere che le accompagnano.

Si osserverà che la pianta di questa fondazione è divisa in due parti eguali della linea G K che passa nel mezzo del passaggio maggiore; quindi ciò che dirò di ciascuna metà G H I K ed L G K M deve intendersi di tutto. Ciò posto, si sappia che i piccoli cerchj che vedonsi punteggiati, rappresentano i pali che sono stati piantati per tutta l'estensione della chiusa, osservando che in ciascuna fila sono più serrati sotto le pile, sotto le spalle e le sponde che sotto le platee, secondo l'articolo 240. Nel luogo delle soglie Y delle porte tanto ordinarie che girevoli, si è piantato una fila di palanche la cui sommità è incastrata nello spessore della soglia stessa in cui si è praticata un'incavatura per riceverle, come vedesi espresso dalla stessa lettera Y nella figura 1, Tavola 50, ove si distinguono pure le altre due file di palanche Z che terminano le estremità della platea; con questa differenza che la loro testa è rinchiusa fra due appoggi secondo il metodo ordinario che io stimo men buono del precedente per le file intermedie. Mi sorprende che non sia stato preferito a quello che è in uso, perchè non si può negare che rende estremamente unita questa parte della platea quando abbiasi la precauzione di preparare l'incavatura come nell'articolo 450. D'altronde esso fa prescindere dall'impiegarvi tanti pezzi di legname quanti si usa impiegarne.

Tagliati i pali a conveniente altezza si sono fatti dei maschi per ricevere un ordine di correnti come N O, sul secondo ordine che regna sotto il rivestimento di ciascuna sponda, e due altri come PQ sotto la parte delle sponde stesse che servono di spalle ai passaggi adiacenti. Si è pure posato uno simile ordine R T su la fila dei pali corrispondenti al mezzo dello spessore delle pile M ed *h i*; due altri ancora V X sotto la lunghezza di ciascuna delle grandi pile A B, finalmente un ultimo G K nel mezzo della larghezza del grande passaggio, legati ai pali come i precedenti, con maschi e femmina e cavicchie di ferro.

Così disposti questi correnti, ogni ordine di pali preso nella larghezza della fondazione, è stato del pari coronato di un corso di traverse incastrate reciprocamente e incavicchiate coi suddetti correnti. Dopo di che queste traverse sono state incrociate da un secondo ordine di correnti posati sui primi ed incastrati del pari, perchè tutte le traverse serrate in egual modo formassero un graticolato solidissimo; su questo si è stabilito un tavolato grosso 4 pollici che serve di platea; perciò esso non regna che nella larghezza di ciascun passaggio e non sotto le pile nè sotto le sponde. Il tutto è bastantemente distinto nell' altra metà L G K M della pianta di questa chiusa nella quale si vede che su questo tavolato si è po-

sato un secondo graticolato di traverse, ciascuna delle quali corrisponde esattamente a quelle di sotto, ma non si estendono al di là della larghezza del tavolato se non quanto basta, acciò le loro estremità sieno inchiavate nella murazione delle pile e delle sponde. Il loro oggetto si è di contenere il tavolato in modo solidissimo, supponendole legate con le prime con cavicchie a barbone, e che d'altronde tutta questa costruzione siasi fatta nel modo conveniente alle opere fatte con accuratezza, su la qual cosa non mi trattengo avendone spiegato abbastanza il processo nel primo libro. Non dico nulla neppure dei puntoni delle soglie e registri che si vedono marcati su la Tavola stessa ove non è indifferente rimarcare il modo onde sono contrespinti per assicurarli dall'urto delle acque che le porte debbono sostenere.

515. È chiaro che il terreno su cui si è stabilita questa chiusa si è trovato buono abbastanza da non aver bisogno di stabilire un massiccio di murazione sotto il graticolato che ne compone la platea; benchè si potrebbe pensare il contrario attesa l'immensa quantità di pali piantativi, cosa che offre una manifesta contraddizione. È presumibile almeno che gl'intervalli dei pali sieno stati riempiti con uno strato di argilla ben battuta, per formare un riempimento di circa due piedi di grossezza sotto il graticolato, altrimenti si avrebbe corso pericolo che i fili d'acqua che in seguito potevano introdursi sotto la platea tra le file delle palanche più distanti l'una dall'altra, avessero fatto dei guasti enormi; perciò ho supposto che vi sia questo riempimento nei profili della Tavola 50, benchè non se ne faccia menzione nei disegni comunicatimi di questa chiusa, il che mi è sembrato troppo ardito per sorpassarlo senza qualche cenno. Del resto passo ai dettagli della Tavola stessa, principalmente su ciò che riguarda il modo di muovere le porte ad angolo e girevoli, comprendendo più cose di cui si può fare un ottimo uso.

516. Benchè la prima figura che rappresenta l'alzata delle grandi pile, sia bastantemente intelligibile da non aver bisogno di spiegazione, non lascierò di osservare che vi si vedono 1.° le imposte R, Q, T, I, S delle porte, tali come sembrano allogate nelle loro nicchie quando passano dei bastimenti per la chiusa nel tempo in cui l'acqua del fiume e quella del mare sono a livello; 2.° gli argani K muniti delle loro leve, barre e cordami che servono ad aprire e chiudere le imposte stesse; 3.° il pertugio C corrispondente all'acquidotto praticato nella pila stessa per mettere l'acqua della conca a livello con quella del mare; 4.° un picciolo argano situato in A sopra la spianato della pila nel luogo di ciascun pertugio per innalzare la paratoja che lo chiude; 5.° una delle sei scale B corrispondenti alle pile ed alle spalle per passare dallo spianato interiore al superiore delle spalle.

Riguardo al legname della fondazione aggiugnerò a quanto ne ho detto precedentemente, che nelle platee delle porte ad angolo e girevoli che guardano il mare, sarebbe stato necessario un secondo tavolato attaccato su le traverse superiori dopo averne muniti gl'intervalli di murazione, per non dar presa alle correnti dell'acqua. Nondimeno non sembra che vi si abbia avuto riguardo, come a molte altre cose del pari essenziali alla conservazione di una simil chiusa; quindi non pretendo di dare per modello ciò che è stato seguito nella sua costruzione; le platee riportate su la Tavola 46, sono intese molto meglio e più conformi alle massime inse-

gnate nel primo libro. Tutto ciò dimostra che se in Francia non si è avuto il merito dell' invenzione delle chiuse, non si può negare che non vi sieno state perfezionate più che in verun altro luogo d' Europa.

517. In quanto alla seconda figura essa rappresenta la testa della chiusa veduta dalla parte del mare. Per variare gli oggetti si è supposto in questo disegno: 1.° che le porte al mare del maggior passaggio sieno chiuse; 2.° che nei due passaggi a sinistra non vi sia che un' imposta serrata e l'altra allogata nella sua nicchia; 3.° che nei due passaggi a destra le porte al mare sieno aperte per lasciar scoperte le porte girevoli vedute serrate nell'infossatura, essendo di 50 piedi più rinculate dalle precedenti; poichè le arcate D che servono di ponte si trovano intermedie, come dimostra la pianta della Tavola 48, la sola differenza si è che da una parte sono aperte e dall' altra chiuse; 4.° che si veda in *b* l'ingresso delle acque nell' acquidotto di cui si è parlato all' articolo 512 con un graticolato di ferro per impedire che il mare vi rechi delle immondizie; 5.° che i rostri anteriori delle pile sono rivestiti di pali e di legami per guarentirli dall' urto dei bastimenti; 6.° che vi si trovano gli argani K che servono a maneggiare le porte al mare, e che finalmente in A si suppongono gli altri piccioli argani corrispondenti alle paratoje dei pertugi *b*.

Per dir qualche cosa anche della figura 3; essa rappresenta il profilo delle pile, l'interno del loro acquidotto *b*, e gl' incastri D delle paratoje, i pertugi *d* e *c* Tavola 48, le sei scale B, le porte girevoli e le arcate vedute sopra il ponte stabile che è all' ingresso della chiusa nel caso in cui due delle sue porte fossero aperte e le altre due chiuse, manovra che si fa con un doppio argano C sopra le pile *h i*, per mezzo di catene e carrucole *efg* delle quali ecco l' uso.

518. Sopra la testa *h* di ciascuna pila *h i* sono posati due verricelli *mn*, *op*, a doppio fuso, distanti questi bastantemente l' uno dell' altro, acciò eccedano lo spessore della murazione, onde non faccia ostacolo al moto delle corde o catene che le accompagnano. La pianta di uno di questi argani è rappresentata in grande dalla figura 4. Tav. 50, mentre la sesta indica una delle cosce colle femmine *b*, delle traverse *c* che le legano strettamente insieme mediante due cavicchie *de*. Ciascuno dei verricelli *a* è abbracciato da due cerchj di ferro *fg*, dentati come indica la figura 8, per attaccarsi col becco di un uncino *h* avente un occhietto *i*, infilato dalla cavicchia *de* nei luoghi *s*, onde fissare i verricelli nella posizione in cui si vuole che restino rapporto a quella delle porte girevoli, la cui azione dipende da ciò che segue.

Supposti questi verricelli ben assicurati sopra le spalle con ferri murati in piombo, come si vede nella Tavola 48, ed in profilo in C della fig. 3, Tavola 50; si saprà che nel mezzo circa dell' altezza di ciascuna pila *hi*, cioè a dieci piedi sopra la platea, sono incassate nel muro le armature di due carrucole di rimando *f*, delle quali non se ne può vedere che una in questo luogo; che alla stessa altezza vi sono ancora due altre carrucole *q* attaccate ai battitoj coll' ajuto delle quali possono essere attratti alternativamente dalla forza applicata alle leve dei verricelli, mediante una catena o corda *efg* che passa su le carrucole istesse. Si vede che uno di questi capi è fermato all' armatura della prima *f* e l' altra al verricello corrispondente *e*, che girando attrae dal basso all' alto il capo *fe*, e per conseguenza il lato

della porta cui è attaccata la carrucola g; il che non si può intender bene che col soccorso della Tavola 48, considerata nel luogo in cui le porte girevoli sono rappresentate aperte.

519. Prendendo ad esempio la porta V nella posizione in cui si trova, bisogna immaginare che le quattro carrucole g, h, f, k, sieno nello stesso piano orizzontale a dieci piedi sopra la platea. Ciò posto se si svolge dall' argano $m\ n$, il verricello che è sopra la carrucola k, esso attrarrà a sè l' altra h e per conseguenza il lato della porta a cui è attaccata che verrà ad appoggiarsi contro la sua incavatura, dopo aver descritto il quadrante circolare $h\ r$, mentre l' altro g descriverà il proprio $g\ q$, perocchè il capo di fune $f\ g$ si allungherà a misura che il verricello sopra la carrucola k avvolgendo il proprio, costringerà l'altro a svolgersi finchè la porta sia chiusa del tutto. Per aprirla bisognerà che dei due verricelli precedenti l'uno faccia reciprocamente la manovra che fa l' altro, il che è troppo facile ad intendere per arrestarmi di più. Dirò soltanto che ciascuna di queste porte è munita di due ramponi applicati su le faccie opposte dei battitoj, coi loro incontri murati nelle incavature corrispondenti, e che il custode della chiusa leva questi ramponi dal di sopra delle pile, come si è spiegato nell' articolo 474.

520. Le figure 6, 7 e 9, Tav. 50, comprendono la pianta ed i profili di uno dei verricelli che servono a movere le imposte, avendo ciascuno il proprio che faccio a meno di descrivere a cagione della loro semplicità. Basterà dire che per la manovra vi è una fune che fa tre o quattro giri sul verricello O considerato nella figura 2, e che uno dei capi di questa fune è attaccato alla sommità N del ritto battente L, e l' altro all' estremità P di una lunga barra di legno P N attaccata allo stesso ritto. Quando si vuol aprire quest' imposta, si fa girare il verricello O nel senso conveniente per tirarlo nella sua nicchia rotolando il capo di fune che gli corrisponde, osservando che ciò non può succedere senza che l' altro capo si allunghi sviluppandosi quanto il primo si accorcia, al che lo costringe il rinculare della barra N P che lo tiene sempre teso. Per chiudere la stessa imposta non fa duopo che di volgere il verricello in senso contrario ed allora il capo precedente attira a sè la barra a misura che si accorcia; e siccome questa barra non si può muovere innanzi senza spingere in pari tempo l' imposta con cui è legata, è costretto a ripigliare la sua prima situazione.

Bisogna confessare che questo modo di aprire e di chiudere le imposte è semplice ed ingegnoso, ma non lo credo applicabile alle porte delle chiuse di primo ordine per l' imbarazzo di servirsi di barre forti abbastanza riguardo alla loro lunghezza per non piegare sotto lo sforzo cha avrebbero da sostenere. Vi è pure un' altra maniera d' impiegare le stesse barre riportate su la Tavola 60, che spiegherò a suo tempo. Aggiugnerò in fine che per innalzare la paratoja dei pertugi, di cui si fa menzione nell' articolo 512, si fa uso di un argano semplice simile al precedente, al cui verricello è sospesa con una catena, il tutto poi è coperto da una cappa di tavole per impedire che cadano immondizie negli acquidotti.

521. Credo di essermi bastantemente diffuso su le chiuse atte alla marina, un maggior numero d' esempi non farebbe che annojare. Pare che avrei dovuto parlare ora di quelle che facilitano nei canali di navigazione l' ascesa e la discesa dei battelli nei luoghi ove la differenza di livello del

terreno fa nascere delle cadute; ma siccome la loro costruzione dipende da varie cose che mi avrebbero distolto dal mio scopo attuale, ho riserbaio a parlarne nel quarto libro ove si tratta estesamente di tutto ciò che riguarda questa parte d'Architettura Idraulica.

Per la stessa ragione rimetto allo stesso libro in quanto ai ponti girevoli pel servigio delle chiuse, sebbene l'avessi dapprima compreso in questo, come ho spiegato nell'articolo 427, ma avendo fatto riflessione al momento che si metteva sotto le stampe che era meglio aggiugnerli a quelli della sua specie che riguardano le strade e i ponti in generale, ho preso quest'ultimo partito per non separare le materie che tendono ad uno stesso oggetto. A questo capitolo ho sostituito il seguente che è una continuazione dei precedenti: la disposizione delle materie per un'opera così vasta come questa, non è già, come ho detto altrove, il meno difficile; non è dunque a maravigliare se faccio talora dei cangiamenti malgrado la fatica fatta per formare il primo piano, perchè spesso un soggetto mi ha condotto più in là delle vedute che mi aveva prodotto esaminandolo superficialmente. Nulla di più umiliante per l'umanità che il conoscere i limiti a cui la mente è ristretta pel picciolo numero di oggetti che può abbracciare ad un tempo.

CAPO QUINTO

DELLE PROPRIETÀ DELLE CHIUSE ESISTENTI NEI PORTI DI CHERBURGO E DELL' HAVRE DE GRACE CON ALCUNE OSSERVAZIONI SULLE LORO RADE.

Siccome le opere che si eseguiscono a Cherburgo mi hanno dato degli argomenti d' istruzione che non ho fatto che cominciare (314), riporterò ciò che si può dedurre da un progetto relativo a questo porto; e siccome soltanto con la conoscenza dei luoghi si forma una giusta idea degli oggetti che loro appartengono, la descrizione che farò di questa piazza servirà in seguito a intendere meglio i particolari su cui mi trattengo.

522. Cherburgo è situato su la costa più settentrionale della penisola del Coutentin in Normandia, in una gran baja in forma di mezzaluna, fra il capo la Hogue e quello di Barfleur a 7 leghe da Aurigny, 9 da la Hogue, 27 dall'Havre ed a 18 dall' isola di Wight e di Porstmouth; il porto è all' est della città, ove passa il fiume Yvette il cui fondo è sabbioso. Il canale è al nord e sud, fra due moli di murazione fatti recentemente.

523. Per ragioni di Stato le antiche fortificazioni di questa piazza furono demolite nel 1689, quindi quelle che si vedono su la pianta, non rappresentano che un semplice progetto la cui esecuzione non sembra lontana. Volendo ingrandire l' interno della piazza più che non è al presente, si è supposto che la parte all' est sarebbe distribuita in cantoni, come vedesi tracciato. Per evitare ogni confusione si premette che tutto quanto è marcato colla lettera *a* esiste effettivamente, mentre il resto fa parte del progetto, il che poco importa alla verità per lo scopo che mi propongo, poichè ciò che ne dedurrò non sarà meno proprio a far nascere delle idee generali sul soggetto che io tratto, e il contraddirvi sarebbe non comprendere le mie mire.

524. Non mi trattengo punto alla fortificazione che sembra aver il difetto di fronti troppo picciole delle quali si avrebbe dovuto ridurre il numero. Si osserverà soltanto 1.° che per coprire l' ingresso del fiume Yvette nel porto posteriore in cui passa per recarsi al mare, si sono fatte le tre opere 36 le cui difese reciproche sostenute dal corpo di piazza sono abbastanza ben intese; 2° che l' ingresso del porto è difeso da due torri marcate 4, in forma di piccioli bastioni isolati che servono pure a manovrare le catene che lo chiudono; 3.° che in fronte alle cortine collaterali sono due batterie aventi per iscopo d' allontanare l' accesso alla riva, il che fa con maggior vantaggio la lunetta 41, situata sopra una roccia che sormonta di qualche piede le più alte maree; 4.° che la testa dei moli è sostenuta da due batterie ciascuna di 20 pezzi di cannone.

525. Per giudicare del giuoco delle acque di questa piazza, sappiasi che la grande chiusa A di 40 piedi di larghezza è la stessa da noi descritta all'articolo 321, per cui scorre il fiume Yvette, che può anche scaricarsi quando tal chiusa è serrata, passando per due acquidotti larghi 9 piedi, praticati da ciascuna parte sotto il pianterreno B C avente ciascuno una chiavica di cacciata, chiusa da paratoje disposte maravigliosamente per nettare il canale ed il porto. A tal fine si ferma l'acqua del fiume che straripa sopra un vasto terreno O P Q R S proprio a tenerlo in riserva unitamente a quella che può deporvi la marea crescente.

526. Volendo tirare da questo deposito tutto il partito possibile, si supponga che l'acqua possa andare naturalmente nelle fosse della piazza, seguendo i due canali L H, L I, che vi entri passando per le picciole chiuse delle ture H I per farla circolare intorno al recinto, tanto per la sua difesa, come negli articoli 69 e 492, come per nettare il canale con due nuove correnti formate dalle acque precedenti, del cui effetto giudicherassi quando sia noto ciò che segue.

Per impedire che le fosse si vuotino, allorchè il mare si ritira, e conservarle piene per quanto tempo si vuole, le torri all'ingresso del porto sono legate da ture T ai due mezzi bastioni 15, 30, ed ai moli con le dighe V, che servono a comunicare dalle sponde X ai moli, passando per le stesse torri ove si sono praticate delle sortite. Sotto il loro pianterreno si sono praticati due acquidotti andando dai fianchi T alle faccie K per cui l'acqua esce quando si alzano le paratoje delle picciole chiuse che vi si trovano, come in quelle che sono ai due fianchi della grande A.

527. Suppongasi che vi sia un'altra chiusa G situata allo sbocco del fiume nel bacino onde costringerla a passare per le fosse od anche a conservare il bacino asciutto per nettarlo durante la bassa marea, il che si può anche fare col soccorso di un'altra chiusa Y capace di ricevere tutte le acque non solo del fiume ma quelle pure che sarebbero ritenute nella fossa H Z L, perocchè si trova un acquidotto chiuso da una paratoja sotto ciascun fianco E ed F del bastione 20, ove si vede la comunicazione D corrispondente ai tre sbocchi Y, E, F. Per giudicare dell'utilità di tutte queste chiuse le ripiglierò una dopo l'altra onde mostrarne l'uso cominciando da ciò che spetta alla difesa della piazza.

528. È evidente che se si tiene chiusa la chiavica G e le altre picciole H, F, I, le sole acque del fiume Yvette, vanno ad inondare così alte come può permetterlo il terreno, la parte meridionale della piazza e quella che riguarda l'oriente fino in faccia all'angolo saliente della mezzaluna 33, ove non rimarrà al nemico che una picciola fronte fra l'inondazione ed il mare, tanto più difficile da attaccare quanto più le sue opere si troveranno ristrette senza poter mai asciugare le acque, poichè indipendentemente dal fiume, quelle del mare possono aumentare due volte ogni ventiquattr'ore. Non v'ha dunque che la parte occidentale che le sembri meno favorevole; ma dopo aver conteso bene la strada coperta; di quali stratagemmi non sarebbero capaci le fosse delle opere ch'ei vorrebbe attaccare? Potendo essere asciugate ed innondate alternativamente da una sorgente d'acqua inesauribile, ora dall'innondazione per la chiusa della tura H, ora dal mare pel bacino e lo sbocco E; perciò si potrebbe fare a meno del pertugio che comprende la tura precedente, la cui chiusa sarebbe molto esposta

ai colpi di cannone; d'altronde vi si può supplire tanto più che lo sbocco F riceve le acque del fiume che essendo gonfie passano naturalmente nella fossa e se si vuole nel bacino. Risulta adunque che la fronte che interessa di più l'inimico è quella della porta del sobborgo che ha d'altronde lo svantaggio di essere dominata dal forte vicino, ma non sarà meno incomodato dalle acque, poichè le chiuse che le fanno agire sono fuori di pericolo di essere attaccate, non credendo che si possano collocare più felicemente quelle che corrispondono al fianco. Sono ben contento di riferire quest'esempio che si avrà luogo d'applicare nel secondo volume, parlando del partito che si può tirare dalle acque per la difesa della piazza.

529. Se si riflette su la posizione vantaggiosa che qui hanno le chiaviche relative al porto, si sentirà il grande effetto di cui sono capaci per purgarlo bene. Aprendo la grande di mezzo A per far agire l'altra G, tosto che il mare ritirandosi non avrà lasciato che due o tre piedi di altezza d'acqua nel bacino, quella del sostegno ne scaverà il fondo per una certa larghezza che si può estendere così lontano come vorrsssi, dirigendo la sua corrente ora a destra ed ora a sinistra per mezzo dei puntoni ed altre macchine immaginate, perciò che si troveranno descritte nel secondo volume. Allora l'acqua del bacino si caricherà della sabbia che si sarà staccata e la trasporterà al mare a misura che terminerà di ritirarsi, mentre se si aspettasse che lo fosse del tutto per far agire la chiusa G, la più gran parte della sabbia stessa si disperderebbe su le coste. È vero che ciò in questo luogo non può succedere che all'est, perocchè la chiusa Y, a cui diede occasione la figura del bacino non permetterebbe che si fermasse a lungo dalla sua parte per la fuga che gli darebbe, scavando la parte che ad essa corrisponde, avendo veduto precedentemente che questa chiusa poteva ricevere le acque del sostegno e quella della fossa H T Z. Ne segue che malgrado l'estrema estensione di questo bacino, acquisterà successivamente una profondità eguale a quella della platea della grande chiusa che d'ordinario è sormontata da 17 o 18 piedi d'acqua, quando il mare è estremamente alto.

530. Con simili manovre si approfondirà il porto del pari facendo agire per sei ore di seguito, insieme o separatamente le tre chiuse C, A, C che faranno grandissimo effetto, attesa la buona direzione data alle due picciole per agire su la larghezza.

Intanto per nettare il canale con miglior successo ancora, ed impedire che le sabbie formino dei depositi verso l'origine del lido, si sono collocate le due chiuse di cacciata K che trovandosi avvicinate di circa 250 tese dalla linea delle basse maree non mancheranno di spingere il canale assai più lungi delle teste dei moli per una profondità capace di ricevere i vascelli di second'ordine che cercassero un rifugio nel porto anteriore.

531. Certamente è con questo scopo che attualmente si lavora a prolungare i moli più lungi che non sono marcati su la pianta onde rendere questo porto capace di tutti i vantaggi di cui è suscettibile tanto per la marina reale quanto per la mercantile. Non è del mio scopo esporne le conseguenze, ma basta per giudicarne conoscere l'ampiezza del progetto di cui il re ordinò l'esecuzione. Infatto non v'ha nulla di più magnifico del suo bacino che si può rendere capace di 400 navi e di fregate da 50 cannoni, così necessarie su questa costa per proteggere in tempo di guerra i

vascelli mercantili nel periglioso passo della Manica. È vero che questo porto non sarà atto ai vascelli di primo ordine, ma questo svantaggio sparisce quando si consideri che non possono entrarvi a cagione della quantità di scogli che s'incontrano lungo le coste vicine e che d'altronde sono inutili per guardarle. Ma in compenso se si esamina la rada vedrassi che è difficile vederne una più acconcia e più propria a mettere al coperto una flotta.

532. Suppongo che non s'ignori che una rada è un luogo a qualche distanza dalla costa, ove i vascelli al coperto de' venti trovano un fondo di buon ancoraggio, ove danno fondo aspettando il vento o la marea propizia per entrare nel porto vicino o per far vela. Tale è la rada di Cherborgo situata in fronte al porto; essa stendesi per una lega e mezza verso il nord con altrettanto di larghezza circa fra la punta dell' Hommet e la costa di Tour-la-Ville. Il fondo è di sabbia ed argilla andando dal sud al nord onde i vascelli stanno bene all'áncora e non possono sfuggire. Vi si áncorano a poca distanza da terra per 8 in 12 braccia di profondità, e più lungi a 15, 20 e 30 secondo che il fondo si allontana dalla riva. L'isola Pelée la copre al nord-est, essa è al coperto di tutti i venti eccetto quelli del nord e nord-ovest che sono venti in poppa per entrare in porto.

Si giugne in questa rada per due passaggi l'uno all'est che non ha che un quarto di lega di larghezza e l'altro verso l'est che ha maggior ampiezza. Essi sono difesi dal ridotto di Tour-la-Ville, dai forti di Equeurdreville, di Galet e dell'Onglet. Aggiugnendo a queste difese quelle che si avranno dalle opere da farsi per rendere ancor più rispettabile questa rada, essa diverrà il miglior porto del regno per le armate navali. Ma ne ho detto abbastanza in quest'articolo a cui mi sono trattenuto soltanto collo scopo di dare un'idea delle proprietà che convengono ad una buona rada.

Passo ad esaminare le chiuse dell'Havre de Grace, onde famigliarizzare i principianti col miglior uso che se ne può fare nei porti per preservarli dagl'inconvenienti a cui talvolta sono esposti per la loro situazione. La maggior parte di essi sarebbe colmata ben presto se l'arte non fosse incessantemente impiegata a rimediare agli accidenti della natura.

Dissertazione intorno all' effetto delle acque di Havre de Grace.

Animato come sono dal desiderio di formare dei buoni allievi pel genere di lavori che insegno, mi rimprovererei di non approfittare delle occasioni di accrescere le loro cognizioni, poichè unicamente col ragionare su ciò che si è fatto di bene o di male nei diversi porti, ho ricavato delle istruzioni onde dedurne massime ingegnose, e siccome l'Havre de Grace mi ha suggerito dei rimarchi che possono avere la loro utilità, li esporrò colla speranza che torneranno forse a vantaggio dello Stato.

533. Il re Francesco I cominciò nel 1509 a fortificare questa città, i cui lavori furono alternativamente interrotti e continuati sotto i regni seguenti fino a quello di Luigi XIII, che terminò con la cittadella, e Luigi il Grande vi fece costruire un bacino per la sua marina, con tutte le opere convenienti alla manutenzione del porto. La sua posizione all'imboccatura della Senna che lo rende l'emporio del commercio della Francia con le

sue colonie e cogli altri paesi esteri le cui merci risalgono con poca spesa fino a Parigi, l'ha fatto riguardare finora come uno dei più importanti del regno. Esso è il solo nella Manica che conserva l'alta marea, quasi per tre ore, il che facilita assai l'ingresso e l'uscita de' vascelli. Io non entro nel dettaglio delle cagioni che gli danno questo vantaggio, nè del grande interesse che si ha di conservarlo in buono stato; ma siccome i mezzi impiegati a giugnervi non hanno avuto che un successo di breve durata, non è indifferente esaminarne la causa ed i mezzi di porvi riparo.

534. Una semplice occhiata su la carta che io riporto, Tav. 52, farà vedere che il suo canale è naturalmente diretto verso il sud-ovest, e che se l'ingresso è vôlto verso ovest è soltanto per un accidente a motivo di un banco di ghiaia che rende strettissimo e pericolosissimo quest'ingresso, essendo i vascelli esposti ad urtare contro il molo A pei colpi di vento d'ovest. Per conoscerne l'origine si sappia che chiamansi ghiaie certi ciottoletti che si staccano dalle alte spiagge specialmente dall'Havre fino all'Heve, ove sono in maggior abbondanza che altrove. La marea cresciuta li trasporta e depone all'ingresso dei moli e nella imboccatura della Senna, il che succede sempre quando incontrano delle correnti che li cacciano in un senso opposto a quello in cui sono portati. Non è credibile quanto ne sieno incomodati i porti di Normandia, mentre vi si ammassano in quantità così grande che se le chiuse non li cacciassero di continuo, i porti ne sarebbero ben presto sbarrati. Il trascurare di farne uso tanto frequentemente come conviene per prevenire questo male, quando si è incaricati di sorvegliarvi, sarebbe un mancare allo Stato; non v'è riguardo o considerazione per gl'interessi particolari che ne soffrirebbero qualche danno, che valga a dispensarne.

535. Questo porto essendo sempre stato soggetto allo stesso inconveniente, vi si fecero tempo fa delle chiuse situate più vantaggiosamente che fosse possibile per distruggere i depositi di ghiaia, a misura che si formassero. La più vicina al canale è situata in D alla radice del molo A, presso la torre di Francesco I, all'ingresso della fossa della piazza. Consta di tre passaggi, ciascuno di 7 piedi, separati da pile in direzione obliqua per unire quant'è possibile la corrente di questa chiusa con quella del canale; ma siccome la fossa che serve ad essa di serbatojo non ha che poca profondità, non ha mai prodotto che un mediocre effetto. Più lungi ve n'è un'altra E di 40 piedi di larghezza all'ingresso del bacino pei vascelli reali, la quale non ha che porte verso terra, nelle quali si sono praticate delle paratoje per nettare il porto, il che può anche fare una terza chiusa F, larga 15 piedi, situata in fondo al bacino per introdurvi l'acqua delle fosse della piazza. Ve n'ha pure una quarta G di 18 piedi, chiusa da tre paratoje sull'argine che facilita la comunicazione della città con la cittadella; questa chiusa che dicesi della Barra è quella di cui attualmente si fa il maggior uso per nettare il porto ed il canale, senza però distruggere il banco di ghiaia che è alla sua imboccatura, a cagione della sua grande distanza e della poc'acqua che riceve in riserva nella marea crescente. Finalmente ve n'ha una quinta H corrispondente alla fossa della cittadella che le serve di serbatojo per lo stesso scopo, almeno si fece per ciò, ma non riescì nel suo fine, non aprendo questa chiusa che una volta all'anno per la presa del pesce, che il luogotenente regio conserva in questa fossa.

536. Non v'ha nulla di meglio inteso della distribuzione di queste chiuse,

principalmente le tre G, H, D, che si succedono appressandosi al canale su cui agivano maravigliosamente al terminare del secolo passato, non avendo allora che 70 tese di lunghezza partendo dalla torre di Francesco I, mentre ora ne ha più di 206. Quindi in quel tempo era assai in migliore stato, perocchè tutte le chiuse senza eccezione agivano frequentemente tanto insieme che separate secondo lo esigeva la necessità pel massimo effetto Nondimeno siccome non producevano ancora tutto l'effetto che se ne era sperato per non essere nudrite da una sufficiente quantità d'acqua da poter agire per cinque o sei ore di seguito, il maresciallo di Vauban sempre fecondo di ripieghi fece fare un canale che parte da Harfleur, picciola città ad una lega e mezza dall'Havre, ove passa il fiume Montiviller per condurne le acque nelle fosse della piazza.

537. Questo canale lungo 3400 tese, largo 10 con 6 in 7 piedi di profondità verso la sua origine, ed il cui fondo va in pendio a metter capo in quello della fossa, fu terminato qualche tempo prima della morte di Colbert che ne aveva sentito tutta la necessità. Questo ministro si recò espressamente sui luoghi col maresciallo di Vauban per vederne l'effetto che corrispose perfettamente a quanto se n'era sperato. Crederebbesi che dopo qualche anno, si cessò tutto ad un tratto di continuarne l'uso, senza che se ne possa conoscere la ragione, che non si potrebbe attribuire ai riguardi pei mulini marcati O all'ingresso d'Harfleur, poichè questi mulini più antichi del canale non hanno formato un ostacolo alla sua esecuzione? Frattanto non si può negare che non se ne ottenesse infinito vantaggio, specialmente se le fosse della piazza fossero state profondate quanto dovevano essere per contenere 15 piedi d'acqua, altezza del carico della chiuse precedenti; le maree salgono d'ordinario 16 piedi nel porto. Non è dunque sorprendente che il canale sia andato colmandosi dal principio di questo secolo, perchè, secondo persone abili assai che ne riconobbero la cagione, non fecesi ciò che conveniva di meglio per ripararvi, ed è questo che fa duopo esaminare.

538. Le maree crescenti, conducendo come abbiam detto, dall'ovest all'est, una grande quantità di ghiaia, si fece anticamente una fila di pennelli di legname Q dall'Heve fino al porto per arrestarle in cammino, il che riuscì per alcuni anni; ma dopo che furono coperti li sorpassarono e si portarono come prima contro il molo all'ovest A, ove dopo essersi accumulate sorpassavano la testa, formando un banco il cui aumento continuo minacciava di otturare il porto. Per rimediarvi si credette che non vi fosse altro mezzo che quello di prolungare questo molo di murazione alto 30 piedi, ma se ne cunobbe ben presto l'inutilità. Le ghiaie vi si ammassarono di nuovo e produssero ancora all'ingresso del canale l'effetto delle prime, rendendo il passo egualmente difficile; quindi tutte le spese cagionate in 40 anni da questi lavori, non fecero altro che restituire le cose nello stato in cui sono al presente, cioè di avere alla testa dello stesso molo un prodigioso ammasso di ghiaia, il cui progresso va sempre crescendo perocchè le chiuse non hanno più sufficiente cacciata per portarle via trovandosi distrutta la loro corrente prima di arrivarvi, onde si può dire che prolungando questa diga si accrebbe il male senza distruggerlo.

539. Si può obiettare che se questa diga non si fosse prolungata, come si è fatto, è da gran tempo che si sarebbe nel caso in cui ora si trova

e che la ghiaia avrebbe otturato il porto; ora quelli che mi comunicarono quelle osservazioni pretendono che ciò non sarebbe avvenuto: 1.° se dalle chiuse si fosse cavato tutto il partito della loro destinazione, abbandonandole tutte ad un tratto di tempo in tempo per rendere la corrente capace di un urto più violento e non ridurle a quella della barra G; 2.° se si fosse studiato d'impedire la diversione della loro corrente, e si avesse costretta a seguire la direzione più comoda all'ingresso dei vascelli; 3.° se finalmente invece d'aver impiegate somme immense a respingere il male se ne fosse servito per mettere in buono stato il sostegno delle acque, approfondando le fosse della piazza, il cui sterro sarebbe stato utilmente impiegato a formarne di nuove al di fuori. Al che aggiungono che occorreva guardarsi bene di fermare le ghiaie, prolungando il molo; ma all'incontro lasciarle correre all'azzardo nell'imboccatura della Senna, ch'essa avrebbe rigettato come altre volte su la spiaggia I, ove in seguito avrebbe preservato le campagne vicine dai danni che loro reca il mare. Che riguardo a quelle che furono ammassate all'ingresso del porto, le chiuse ben fornite d'acqua, non l'avrebbero lasciate lungo tempo; perocchè la corrente partendo dalla chiusa della barra non aveva come ora 500 tese di cammino da percorrere, per giugnere al termine di agire, per lo che non le resta più forza bastante e non fa, per così dire, che strisciare sul banco di ghiaia che ha avuto tempo di consolidarsi per la sabbia che si è introdotta ne' suoi insterstizj. La prova si è che nel tempo delle basse marce si è costretti a levarne il più che è possibile a forza di braccia, altrimenti il passaggio non tarderebbe a rendersi impraticabile; dal che concludono che sarebbe desiderabile che questo molo disastroso fosse rimasto all'altezza a cui era poc'anzi, il porto non si troverebbe rinculato nelle terre come lo è pei depositi che il mare ha formato successivamente lungo la sponda, al segno che l'antica testa Z del molo all'est, che corrispondeva sessant'anni or sono alla linea della bassa marea ora se ne trova distante duecento tese, perocchè questo molo è stato prolungato dalla parte A B, ma con più economia della precedente.

Siccome è certo che tali depositi continuano a guadagnare sul mare a misura che si fanno più alti, è da temere che il porto col tempo divenga così entro terra che il suo ingresso non sia più praticabile, perocchè le chiuse saranno inutili affatto. Certamente per mancanza d'industria per parte degli antichi veggonsi vestigia di porti famosi che si trovano molto distanti dal mare, il che forse non sarebbe avvenuto se avessero avuto conoscenza delle chiuse; ma ora che se n'è sperimentata tutta l'utilità, saremmo scusabili di non farne il miglior uso possibile? Nondimeno ciò che di sinistro avviene all'Havre de Grace non è senza rimedio; ci rimane da riferire ciò che si può fare di meglio per distruggere il male presente e prevenirne le conseguenze, osservando che il mio disegno non è quello di dare delle istruzioni agli uomini abili dell'arte: non dico cose che non sappiano meglio di me, quindi ad essi non dirigo il discorso che segue, ma soltanto agli allievi per cui scrivo.

540. Volendo fare lo sbocco di un porto nel caso di quello dell'Havre, nel tempo delle acque morte bisogna fare una doppia palafitta acciò l'una rinforzi l'altra dalla testa del molo A fino al di fuori del banco, secondo la linea T R più conveniente all'ingresso dei vascelli si osserverà che la

sommità di questa palafitta non ecceda che di 8 pollici al più la superficie del banco eccetto che nella larghezza V T del passo ove si prenderà norma dalla sua profondità onde avere una specie di tramezza contro la quale possano arrestarsi le ghiaie che vi recheranno le maree crescenti. La successione di esse formerà in pochi giorni una tura che impedirà alla corrente delle chiuse di più sfuggire per quella parte. Alla qual cosa bisogna prestare tutta l'attenzione altrimenti non si riuscirebbe punto. Per maggiore solidità invece di palafitta si potrebbe piantare in questo luogo una fila di pali posati uno presso l'altro. Bisogna anche fare dalla parte dell'est una seconda palafitta C S simile alla precedente, senza che sia necessario partire dall'estremità del molo B, a cagione del monte enorme di ghiaie che si è ammassato nello spazio C B, che si può lasciare atteso il prolungamento A T dell'altro A.

Ciò posto si dividerà la larghezza R S in quattro parti eguali marcate da tre picchetti, ciascuno de' quali alle estremità fisserà il mezzo del canale largo 12 in 15 piedi che si abbozzerà a mano, seguendo una direzione parallella alla palafitta più vicina. Questo lavoro vuol essere eseguito con tutta la possibile attività anche nel tempo in cui si farà agire la chiusa della barra G onde la sua corrente trasporti lungi nel mare le ghiaie staccate dai lavoratori. Continuerassi così per più giorni di seguito, finchè la stessa corrente siasi determinata a non seguir più che i due canali precedenti. Supponendo quindi che si voglia dare 40 tese di larghezza al nuovo sbocco, il mezzo di ciascun canale trovandosi distante 10 tese dalla sua palafitta la corrente non ne guasterà più il piede, e nell'intervallo dei due mezzi rimarrà una larghezza di 20 tese.

541. Quando i canali saranno formati sufficientemente per costringere la corrente a dividersi in due braccia, se ne aumenterà la violenza facendo agire a ciascuna marea tutte le chiuse insieme, allora non mancherà di rosicchiare, se è lecito servirmi di questo termine, il fondo e le sponde dei due canali ch'essa infilerà, la cui larghezza e profondità andranno sempre crescendo. Che se le ghiaie si trovassero talmente legate con la sabbia che occorresse di tempo in tempo staccarle per ajutare la corrente, non bisognerà far penuria di escavatori. Il nocciuolo che separa i due canali diminuendo sempre più, verrà un tempo in cui non ne formeranno che un solo, le cui sponde raggiungeranno insensibilmente le palafitte. Siccome la corrente avrà tanto minor forza quanto più largo diverrà il canale, bisognerà dirigerlo ora da una parte ora dall'altra; servendosi della ingegnosa macchina che Castin fece già costruire all'Havre, di cui si troverà la descrizione nel secondo volume. D'altronde che non si deve attendere dalla capacità ed esperienza degl'ingegneri di questa piazza, conoscendo essi meglio d'ognuno la necessità di tutto ciò che ho esposto? Il successo non potrebbe essere dubbio, poichè Coutier ingegnere in capo di Fecamp ne fece la più vantaggiosa sperienza. Il porto di questa piazza era del tutto otturato, e seguendo il metodo da me riferito, ch'io appresi da lui, lo disgombrò in poco tempo col continuo e ben diretto servirsi dalle chiuse, che forse prima di lui si era traseurato di adoperare con quella frequenza che sarebbe stata necessaria.

542. D'altronde non si deve aver lusinga di giungere a ristabilire il canale dell'Havre nella sua vera direzione, se non si ammassa in pari tempo

la maggior quantità d'acqua possibile pel buon effetto delle chiuse. Esse non potrebbero agire troppo spesso per approfondarlo successivamente e gettar lungi in proporzione le ghiaie a misura che le maree ne depositeranno di nuove, come si è fatto a Fécamp. Vi si sono vedute le chiuse agire per sei ore e trasportarne degli ammassi alti 6 piedi, raccolti dopo una tempesta. Ripeterò ancora che i soli mezzi di pervenirvi sono quelli di scavare tutte le fosse alla profondità della platea delle chiuse; di ristabilire il canale di Harfleur alla sua vera destinazione nettandone la parte che ne ha bisogno. Si può anche renderlo di miglior uso che non era, facendovi passare tutte le acque della Lézarde composta dall'unione dei fiumi Gournay e di Montiviller, non essendo questo canale distante dalla Lézarde che 12 tese circa nel luogo Y, in cui si dovrà tagliare; mentre ora questo fiume va a gettarsi inutilmente nella Senna. Siccome le dighe di questo canale sono in buono stato, si potrebbe con mediocre spesa renderlo capace di divenire esso pure un vasto serbatojo che il mare riempirebbe quando le acque del fiume non fossero così abbondanti da bastare al consumo delle chiuse.

543. È tanto più essenziale di non risparmiar nulla per mettere in buon stato il porto dell'Havre in quanto che tutti sanno che la rada è molto cattiva, essendo il suo fondo di tufo ove l'áncora non può attaccare. È d'altronde piena di alti fondi composti ivi di piccioli banchi di sabbia che la Senna vi depone nella bassa marea; quindi non potendo le áncore sostenere l'urto delle correnti e dei colpi di vento che sono comuni nei novilunj e plenilunj, i vascelli che trovasi allora in questa rada sono in pericolo di perire nell'imboccatura della Senna o contro la costa per non poter entrare in porto.

CAPO SESTO

DELLE CHIUSE CON PARATOJE.

Non avendo parlato se non molto superficialmente dell' uso delle paratoje per ritenere le acque onde non abbandonarle che secondo il bisogno, esaminerò in questo capitolo tutto ciò che può appartenere ad esse. Su che mai non trovasi materia di ragionare, quando si vogliono esaminare le cose da vicino? Reca maraviglia come talvolta le più comuni sieno quelle che meritano maggior attenzione per essere eseguite a dovere, e questo è il caso in cui si trovano le paratoje coi loro accessorj. Per cominciare da quello che offrono di più semplice descriverò la chiusa rappresentata dalla Tavola 53, eseguita su la Schelda nella cittadella di Valencienne, e che serve a formare la grande innondazione; così essa darà un esempio per un caso simile indipendentemente dagli altri usi che se ne può fare quando si vorranno sostenere le acque di un fiume allo scopo di costringerle a volgere delle ruote da mulini pei bisogni della vita, od a muovere gli stromenti di una manifattura.

544. Dopo tuttociò che ho insegnato sul modo di fondare le grandi chiuse per l' uso dei porti di mare, è da presumere che un lettore attento non faticherà a stabilire quelle di cui ora si tratta, perciò non mi vi trattengo. I motivi di precauzione sono gli stessi, avuto riguardo alla qualità del terreno, al buon impiego dei materiali, alla posizione dei filari di palanche nel luogo del sostegno delle acque, ed a tutto ciò che si deve osservare per la solidità dell' opera, principalmente delle platee principali ed accessorie onde si sostengano a lungo contro l' impeto della corrente.

Supposto ciò vedrassi su la Tavola di cui si tratta che la larghezza della Schelda nel sito della chiusa è stata ridotta a 63 piedi fra le spalle C D, E F, che questa larghezza si trova divisa in quattro passaggi da tre pile di murazione, ciascuna grossa 5 piedi ed 8 pollici, facenti insieme 17 piedi di massiccio, che sottratti dai 63 rimangono 46 pel passaggio delle acque, e quindi per lo spazio che debbono occupare tutte le paratoje insieme. Volendo determinarne il numero per una larghezza di 4 piedi, che è quella a cui conviene limitarle in simili casi, acciò la manovra non ne sia molto incomoda, se ne sono impiegate 10 facenti insieme 40 piedi di larghezza, perchè occorrevano almeno li 6 restanti per lo spazio che occupavano gli stipiti destinati a sostenerle.

Non si poteva far nulla di meglio che regolare la larghezza de' passaggi in modo che potessero contenere alternativamente due paratoje e poi tre,

affine di non restringer troppo il corso del fiume, con una quarta pila che sarebbe stata necessaria se si avesse voluto rendere eguali i passaggi per chiuderli, ciascuna con due paratoje, il che forse avrebbe pregiudicato al paese nei tempi delle grandi escrescenze d'acqua per difetto di sbocco sufficiente. Se al contrario non si fossero fatte due pile per non avere che tre passaggi chiusi ciascuno da altrettante paratoje, non si sarebbe potuto senza dare alle stesse quasi 4 piedi e 6 pollici di larghezza, il che le avrebbe rese troppo difficili da innalzare. D'onde risulta che nei casi che sembrano più indifferenti, trovasi motivo di esercitare la prudenza sul miglior partito che conviene prendere secondo le circostanze dei luoghi.

545. Dopo questa breve spiegazione mi restano poche cose da dire su questa chiusa; si osserverà soltanto che ciascuna travata A B rappresentata in profilo, come pure il ponte G per passare da una pila all'altra devono esser formati di travi di forza proporzionata al carico dell'acqua. Supponendo, per esempio, che una simile chiusa debba sostenere all'uopo un'altezza d'acqua di 8 in 9 piedi, si faranno le travi O P di 12 per 14 pollici, i pali I di 14 per 15, le saette Q R di 10 per 12, la traversa S di 8 per 10, ed il cappello H K di 10 per 15, onde potere senza indebolirlo troppo praticarvi dei fori di 4 per 6 pollici per passarvi i timoni delle paratoje sostenenti delle tavole grosse 2 in 3 pollici, attaccate insieme dalle barre T di 4 per 5 pollici. Si suppone inoltre che queste paratoje sieno appoggiate inferiormente contro una soglia di 12 per 14 pollici, e lungo i loro incastri contro battute di pollici 2 e mezzo; avendo inoltre 8 linee d'agio da ciascuna parte. In quanto alla commessura d tutti questi pezzi, è così semplice che non v'ha carpentiere cui non si possano affidare.

Quando una paratoja simile alle precedenti non sostiene che 5 o 6 piedi di altezza d'acqua, due uomini la innalzano facilmente per mezzo di una leva fatta a piede di capra, acciò l'estremità forcuta possa abbracciare il timone. Perciò esso ha molti fori ove si infilano successivamente delle cavicchie di ferro a misura che la paratoja s'innalza di qualche pollice, manovra che non merita spiegazione.

546. Quando il passaggio abbia una sola paratoja la cui larghezza superi di molto li 4 piedi, e che sostenga d'altronde una considerevole quantità d'acqua, bisogna necessariamente per poterla innalzare far uso di macchine che divengono più o meno complicate secondo la necessità di allegerire la forza che conviene ridurre al minor numero d'uomini possibile, poichè avviene di spesso che non si possono moltiplicare a piacere per non sapere dove collocarli. Ecco il caso di fare buon uso dei principj di meccanica per non esporsi ad errori grossolani, del che giudicherassi con l'esempio seguente.

Nell'interno del forte Nieulet di Calais esiste una chiusa a più passaggi, ciascuna de' quali serrato dalla sua paratoja particolare, rappresentata in tutti gli aspetti dalle prime tre figure della Tavola 54, il che basta per giudicare il meccanismo onde sono munite essendo indifferente il resto. Queste paratoje larghe piedi 7 e mezzo per 13 di altezza, servono ad esaurire le acque del territorio quando il mare è basso, ed a sostenerlo quando s'innalza, onde impedirgli di passar oltre; il che fa sì che la faccia a lui opposta è più o meno aggravata a seconda dei momenti, ma siccome

non si alzano che per lasciar scolare le acque dolci, la cui altezza comune su la platea della chiusa è di circa 5 piedi, questa spinta è quella che andremo a considerare. Per valutarla bisogna moltiplicare 7 e mezzo per 5 ed il prodotto 37 e mezzo per 2 e mezzo metà dell' altezza dell' acqua, e si avranno circa 95 piedi cubici, ciascuno de' quali pesando 70 libbre, la spinta sarà di libbre 6650, la cui metà dà 3325 per l' attrito di questa paratoja contro i suoi incastri; al che aggiugnendo 1500 libbre pel proprio peso, la resistenza sarà di 4825 libbre. Rimane da esaminare se quanto si è fatto per facilitare il moto di queste paratoje adempie convenientemente lo scopo che si è proposto.

547. Le figure 1 e 3, mostrano che si sono attaccate due carrucole V sul rovescio della faccia che qui si vede, e perciò non sono che punteggiate. Che nel cappello C degli stipiti ad incastri B, ve ne sono altre due Q di cui ecco l' uso. Una estremità *cb* di un canapo è attaccata ad un uncino *b* corrispondente alla banda di ferro *hi*, che serve ad abbracciare la paratoja dalle due parti onde tenere insieme le tavole che la compongono. Questo canapo dopo esser passato su la carrucola Q discende da *d* in *e* sotto la carrucola V, di là risale da *f* in *g* e si avvolge al verricello E a cui è attaccato; quindi si vede che facendo girare questo verricello per mezzo delle ruote che sono alle sue estremità la paratoja è costretta a salire.

Volendo valutare il vantaggio che trae la forza da queste carrucole, supporremo per maggior semplicità che sia applicata nel punto *k* del capo *de*, e che tutto il peso della paratoja sia riunito all'estremità *b* dell' altro capo *cb*, allora è certo che la forza che lo sosterrà sarà ad esso perfettamente eguale. Non è già lo stesso dell' altro V sotto cui passa il canapo, poichè il peso essendovi attaccato, la sua azione sarà del pari divisa a tendere i capi *ed*, *fg*. D'onde risulta che se il primo *ed* fosse attaccato al cappello C la forza applicata in *g* non sosterrebbe che la metà del peso, ed è a ciò che si riduce, rapporto al verricello E. Segue da ciò che si sono resi gli accessorj di questa paratoja più complicati che non avrebbero dovuto esserlo aggiungendovi la carrucola Q il capo *cb*, mentre avrebbe bastato attaccare semplicemente l' altro *ed* al cappello C senza farlo passare su questa carrucola per attaccarlo alla paratoja. Questo è un difetto capitale di chi l' ha armata; poichè in luogo d' aver sollevato la forza con questa carrucola, esso ha fatto nascere un aumento di resistenza per parte del suo attrito e della rigidezza della fune che vi si piega sopra. Si sarà sempre esposti a commettere degli errori di questa specie, quando si agirà senza principj. Per giudicar meglio di ciò che ho esposto basta gettar gli occhi su la figura 6 della Tavola 19 che mostra nel modo più semplice a qual effetto si riduce tutta l'armatura precedente.

548. Avendo trovato che la resistenza di ciò che componeva la paratoja era di 4845 libbre, e ch' essa riducevasi alla metà attaccata al capo *fg*, non bisogna più considerarle che di 2412 libbre applicata al verricello E, il cui raggio è di 6 pollici, e siccome quello delle ruote N N ne ha 48 dal centro fino nel mezzo delle impugnature, la forza starà adunque alla resistenza come uno ad 8, e per conseguenza sarà ridotta all' ottava parte del peso, cioè a libbre 301 e mezzo ed anche più a cagione della rigidezza delle funi che si sa essere più difficili da piegare quanto più sono tese da un peso maggiore ed il diametro delle carrucole si trova più picciolo. Quindi av-

viene che otto uomini durano fatica ad innalzare questa paratoja, perocchè le ruote avrebbero dovuto avere 9 in 10 piedi di raggio invece di 4, ma si è cominciato a costruire l'edificio a cui non si sono dati che 12 piedi di larghezza internamente, e soltanto dopo si è scoperto che non bastava per rinchiudere delle ruote di un diametro proporzionato al peso di cui debbono facilitare l'innalzamento, per non aver combinata la convenienza delle parti del progetto.

549. Il mezzo di rimediare a questo svantaggio è di raddoppiare ciascuna delle carrucole V, cioè di attaccarne due altre dietro le prime ed impiegare delle corde più lunghe; allora le carrucole all'alto serviranno molto utilmente, e la forza si troverà alleggerita per metà, purchè le sei carrucole sieno armate nel modo che si vedono indicate nella figura 4, che rappresenta la paratoja co'suoi accessorj dell'antica chiusa della Moere a Dunkerque, come lo era prima dell'accidente avvenuto nel 1708, da noi menzionato negli articoli 243 e 246.

550. Siccome questa paratoja larga 15 piedi, sosteneva 12 in 15 piedi d'altezza d'acqua che si abbandonava nella bassa marea per nettare il canale, come abbiamo riferito nell' articolo 63, fu duopo darvi 7 pollici di spessore e fortificarla con un numero di fasce di ferro per renderla capace di sostenere una spinta così grande, dal che si può giudicare l'enorme resistenza che si sarebbe provata nell'innalzarla, se non si fosse vinta col soccorso delle leggi della meccanica. Perciò si sono impiegate delle ruote a timpano di 28 piedi di diametro, nelle quali gli uomini camminavano salendo per farle girare. Benchè la forza fosse avvantaggiata da un grande braccio di leva rapporto a quello del peso, non si sarebbe mai pervenuto a sormontarlo se non si fosse ricorso alle taglie, acciò il verricello non avesse più a sostenerne che il quarto, come or ora se ne giudicherà.

551. Supponendo che ciascuna taglia V, abbia due carrucole attaccate alla paratoja, che sul rovescio del sommiere H, se ne sieno fissate altre due semplici ed abbiasi attaccato il primo capo B C di un canapo che passi sotto la prima delle due precedenti V, che di là il capo D E passi sopra la superiore Q, poscia discenda da f in h sotto la seconda inferiore, per risalire da k in g sul verricello E a cui si suppone fermato, è indubitato che venendo a girare i quattro capi precedenti saranno tesi del pari per la divisione che faranno del peso, ciascuno de' quali ne sosterrà un quarto, il che riducesi la sua azione sul verricello; perocchè il sommiero H a cui corrispondono i capi $c\,b$, $f\,h$, $c\,d$, sosterrà da solo gli altri tre, secondo questo principio generale di meccanica: *se una potenza innalza un peso col sussidio di varie carrucole, essa starà a questo peso come l'unità è al numero doppio di quello delle carrucole inferiori;* ovvero ciò che è lo stesso *al numero dei capi di fune che ad essi corrispondono.* Ne segue adunque che se le paratoje della chiusa del forte Nieulet, avessero doppie carrucole e i cordami fossero disposti come nell'esempio precedente, la forza sarebbe allora ridotta alla metà di quello che è presentemente, cioè a 156 libbre, come se le ruote avessero 8 piedi di raggio; per conseguenza, in vece di otto uomini non ne occorrerebbero più che quattro per innalzarle.

552. Un ingegnere residente in questo forte, avendo meditato sul mezzo

di diminuire l'estrema difficoltà che si provava a manovrare le paratoje di cui parliamo, ne ha trovato uno semplicissimo che è quello di attaccare il lungo della loro base su ciascuna faccia una cassa fatta di tavole di abete ben chiusa da ogni parte, calafattata e impeciata in modo che l'acqua non vi possa entrare. Il suo scopo è quello di formare internamente un vuoto di 8 piedi cubici, il che avverrà dando loro 6 piedi di lunghezza, ed alle sue picciole faccie 16 pollici in quadrato; allora l'acqua venendo a spingere queste due casse dal basso all'alto con una forza di 1120 libbre, il peso della paratoja si troverà diminuito di altrettanto. Per rendere queste casse ben unite e in pari tempo più solide, vorrei dividerle in celle di un piede di larghezza; affinchè se sopravvenissero delle fenditure per cui l'acqua s'introducesse, fosse limitata a non riempire che la cella in cui si sarebbe introdotta, senza che si diffondessero alle altre.

Sembra che una cassa accomodata in tal modo potrebbe avere il suo vantaggio nel caso in cui si volesse che una picciola paratoja applicata al pertugio di una diga, si apra da sè stessa per l'azione dell'acqua dolce, che deve scorrere nella bassa marea e si rinserrasse appena non ne restasse più per sostenerla in aria, il che si suppone avvenire prima che il mare risalga fino al pertugio.

553. Volendo soddisfare quelli che amano i dettagli, ecco le dimensioni dei principali pezzi di legname della chiusa del forte Nieulet, le quali siccome mi sono sembrate bastantemente ben regolate, troveranno forse la loro applicazione. Alla soglia A si sono dati 12 per 16 pollici di grossezza; agli stipiti B 12 per 12; ai cappelli C 10 per 12, alle ganasce D, 11 per 14, al verricello E 12 pollici di diametro; alle paratoje F 4 pollici di grossezza; alle barre G 4 per 6, ai sommieri H posati nei luoghi delle aperture L, per cui si scacciano i ghiacci che potrebbero impedire l'azione delle paratoje, 8 per 10; agli altri sommieri I M, che sostengono il tavolato al di sopra del passaggio della chiusa 6 per 8. Quanto alle ruote, si sono fatte le braccia N ed i raggi di 4 per 4 pollici; il tutto trattenuto da due cerchj di ferro di 6 piedi di diametro facenti le veci di quarti; le carrucole Q e V hanno 9 pollici di diametro ed i cordami R, 6 di giro.

554. Quanto alla costruzione delle grandi ruote a pironi rappresentate nelle Tavole 19 e 22, basta considerarne l'aggregato e le ferramenta che le fortificano. Quando hanno dai 18 fino ai 24 piedi di diametro convien dare al braccio grande 6 per 7 pollici di grossezza; alle ascelle 5 per 6, come pure ai raggi; ed ai quarti 6 per 6 facendoli di doppie tavole tagliate al quarto del loro spessore al pari dei raggi ch'esse abbracciano, acciò una parte non indebolisca l'altra di troppo. Che se queste ruote non hanno che 10 in 12 piedi di diametro come quella rinchiusa nel casino della porta rappresentata su la Tavola 22, si diminuirà la grossezza dei legni in proporzione. È da osservarsi che per non ingrandire di troppo il sito precedente vi si sono rinchiuse due picciole ruote, perocchè per supplirvi si è ridotto al quarto il peso del graticolato, mediante le taglie alle quali è attaccata.

555. Quando si ha la necessità d'impiegare una paratoja grande come quella che era nella chiusa della Moere non si può a meno di servirsi delle ruote a timpano a preferenza delle precedenti, atteso il vantaggio che se ne trae; ma bisogna, come ho detto altrove, che sieno coperte dal can-

none dell'inimico se partecipano alla difesa di una piazza da guerra. Si giudicherà meglio di questa specie di ruote considerando la figura 3 della Tavola 55, che rappresenta assai distintamente il legname di una delle due faccie i cui quarti servono a formare il tamburo. Eccone le dimensioni con quelle dei loro cavalletti, come sono stati determinati da Clement, quando nel 1699 vi fece ristabilire questa chiusa.

Alle soglie C si sono dati 13 per 15 pollici di squadratura; ai ritti D 15 per 16, alla grande traversa A ed ai suoi sorgozzoni B, 12 per 12, alle saette E, 11 per 13, al sommiere H, 12 per 14, al verricello G 16 pollici di diametro; alle grandi braccia L della ruota 6 per 8, alle ascelle M, 5 per 7, ed ai raggi N 5 per 6, come pure ai quarti O, formanti un tamburo largo 4 piedi fatto di tavole grosse un pollice, lungo le quali si attaccano internamente delle asticciuole di legno K per appoggiare i piedi di quelli che fanno girare questa ruota. In quanto alla paratoja abbiamo già detto che la sua larghezza era di 15 piedi per altrettanto di altezza, e che aveva 7 pollici di spessore; d'onde si possono dedurre dei termini conosciuti per trovare lo spessore di quelle paratoje che si vorranno tosto che si conoscerà la larghezza e l'altezza, secondo quanto è prescritto negli articoli 181 e 182.

Si può a meno di caricare le grandi paratoje con tante ferramenta come si è fatto qui, basta ridurle alle sole fascie marcate nella figura 6, Tavola 19; non essendo il loro uso che per legare insieme le tavole e non per fortificare i bracci di leva della spinta dell'acqua, che non se ne può risentire essendo in una situazione orizzontale.

556. Gli uomini che camminano in una ruota a timpano cangiano sito ad ogni momento, ma senza allontanarsi più di un piede dallo stesso punto fisso; per valutare il braccio di leva col quale agiscono, fa duopo considerare che la posizione media che loro conviene di più per sostenersi, è presso a poco in V metà del quarto di circonferenza S X; terminato dal raggio orizzontale G S e dal verticale G X, per conseguenza se dal punto V si abbassano su questi raggi le perpendicolari eguali VT, V Y, ciascuna esprimerà il braccio di leva della forza. Per conoscerlo si consideri che il triangolo V T G essendo rettangolo ed isoscele vi sarà presso a poco la stessa ragione tra l'ipotenusa GV e il lato G S o G T, come 7 a 5; d'onde segue che questa leva non è che cinque settimi del raggio delle ruote, per cui essendo questo di 14 piedi sarà G T di 10.

557. Avendo detto che il raggio del verricello era di 8 pollici, la forza starà dunque al peso, come 1 a 15. Ma si sa d'altronde che rapporto a questo verricello la resistenza che oppone la paratoja ad essere innalzata si riduce al quarto, pel vantaggio che si cava dalle taglie, quindi la forza sta alla resistenza come 1 a 60. Supponendo adunque due uomini in ciascuna ruota pesanti insieme 600 libbre, potranno elevare un peso di circa 36000 libbre. Un grande vantaggio di questa specie di ruote è quello di poter aumentare la forza quanto à necessario, poichè due manuali agendo di fronte se ne può mettere un altro o due altri di dietro.

558. Quando nel 1708 si trattò di ristabilire la chiusa della Moere, Moyenneville, allora direttore delle fortificazioni di Dunkerque, pensò essere inutile impiegare una paratoja così alta com'era l'antica, attesa la difficoltà di manovrarla, non dovendo questa servire che a nettare il porto, mentre le porte al mare da cui dovevano essere precedute, sosterrebbero le acque

alte e quindi si poteva limitarla al livello delle medie, cioè a 11 piedi, come mostrano le figure 1 e 6 della Tavola 19; perocchè il canale fornirebbe ancora dell'acqua abbastanza per sovvenire all'uso di questa paratoja, perciò sembra essa qui sormontata per 10 piedi dal livello delle alte maree, il qual partito essendo molto saggio meritava di essere menzionato.

Per dare un altro mezzo ancora d'innalzare le paratoje, si troveranno su la Tavola 36 gli sviluppi della macchina eseguita ultimamente a Cherburgo, che serve a facilitare l'azione delle picciole chiuse di cacciata che sono ai due lati della grande, di cui abbiamo fatto menzione negli articoli 525, 530, e che spiegherò più particolarmente.

559. Ogni acquidotto largo 9 piedi è chiuso da paratoje Q R, *q r*, Tavola 56, aventi per stipiti i pezzi A B, C D, per soglia D D, e per cappello I K. Di questi tre stipiti gli estremi C D sono in parte inchiavati nella murazione e quello di mezzo A B è fortificato dalle due parti colle saette G H, posati su la trave E F; queste saette sono rivestite di tavole acciò offrano minore resistenza alla corrente dell'acqua.

Alla sommità di ciascuna di tali paratoje è attaccato un grosso ceppo di legno N O, che serve di dado ad una vite Y X che poggia stabilmente sul sommiero L M, mentre la testa è sostenuta dal cappello I K, in cui è incastrato il collare del suo perno P. Questa vite serve di albero ad un rocchetto S la cui lanterna T ha per asse quello di una ruota a timpano V, la quale girando in senso conveniente la lanterna, costringe il racchetto e quindi la vite a girare del pari, allora il dado e la paratoja sono forzati a salire. Per farli discendere vedesi che basta dare alla ruota un moto contrario al precedente; e che ciò che abbiamo detto per una delle paratoje deve intendersi anche dell'altra avendo ciascuna il suo equipaggio particolare situato dalle due parti del telajo D I K D che le separa. Per distinguere meglio questi due equipaggi si osserverà che le parti dell'uno sono distinte dalle lettere V, T, S, X Y, N O, Q R, mentre quelle dell'altra lo sono ordinatamente per le simili *v, t, s, y x, n o, q r.*

560. Volendo conoscere il vantaggio che acquista la forza pel soccorso di questa macchina, facendo astrazione dagli attriti, si saprà che il raggio della grande ruota V è di 6 piedi, cui bisogna moltiplicare per cinque settimi secondo l'articolo 556 che dà $\frac{30}{7}$ pel braccio di leva medio. Che il raggio dalla lanterna è di un piede; quindi chiamando P questa forza, essa starà alla sua azione, ch'io chiamo x, sui denti del rocchetto, reciprocamente come 1 sta a $\frac{30}{7}$, d'onde si deduce $P : x :: 1 : \frac{30}{7}$, e quindi $1 \times x = \frac{30 \times P}{7}$ per l'espressione della stessa forza applicata ad uno dei denti Z.

Se si richiama che per l'analogia della vite, *la forza sta al peso che sostiene il dado N O, come l'altezza di uno dei passi della vite,* che suppongo di due pollici, *sia alla circonferenza che descrive il rocchetto*, che qui si trova di 114 pollici, perchè il diametro ne ha 36, si potrà dire come 2 sta a 114, o come 1 a 57 così la forza $\frac{30 \times P}{7}$ sta al peso che può elevare. Si troverà $\frac{1620 \times P}{7}$, ovvero $\frac{231 \times P}{7}$ per la sua espressione.

Non si tratta adunque che di determinare il valore di P che supporremo di 300 libbre, peso comune di due uomini. Si troverà che agendo nella ruota saranno capaci di elevare un peso di libbre 69428.

561. Per paragonare questa forza alla resistenza effettiva della paratoja, bisogna prima sapere ch' essa ha 4 piedi di larghezza per 20 di altezza, affinchè le più alte maree non possano superarla. Che il suo spessore è di 3 pollici e che le barre che ne formano l' armatura hanno 4 per 6 pollici. Ciò posto, se si cerca il prodotto di tali dimensioni si troverà ch' esse danno 27 piedi cubici, ai quali bisogna aggiugnerne 13, valore del ceppo N O, se ne avrà 40 per la solidità di tutta l' armatura di questa paratoja, ciascuna delle quali può essere valutata del peso di 60 libbre, il che dà in tutto libbre 2400, che aumentate di 200 libbre pel valore dei chiodi e delle ferramenta, giugne a libbre 2600.

Quanto alla resistenza cagionata dall' attrito di questa paratoja, nel caso in cui si trovasse caricata su tutta l' altezza, bisogna, come al solito, moltiplicare la superficie di 80 piedi quadrati per 10, metà dell' altezza dell' acqua, e si avranno 810 piedi cubici, di 72 libbre ciascuno, perchè si tratta d' acqua di mare; il prodotto darà 57600 libbre per la spinta, la cui metà, che è 28800 libbre, esprimerà la resistenza cagionata dall' attrito della paratoja contro gl' incastri. Aggiunte 2600 libbre pel peso proprio, la sua resistenza ad essere innalzata sarà di 31400 libbre. Ma abbiamo veduto che la forza valeva a vincere quella d' un peso di 69428 libbre, la differenza dunque di queste due forze, che è di 38028 libbre, esprimerà ciò che rimane alla forza per vincere l' attrito delle parti della macchina. Siccome questo eccesso di forza vince di molto la resistenza intera della paratoja, ne segue che due uomini l' innalzeranno facilmente. È vero che ciò accadrà lentamente, ma è proprio di tutte le macchine composte il perdere in tempo quanto guadagnano in forza; alla qual perdita però, sendo nel caso nostro di poco conto, non si ha riguardo.

562. Si può per tal modo esser certi dell' esito d' una macchina, prima di procedere alla sua esecuzione e calcolare l' effetto di che sarà capace quanto alla resistenza da vincere, per vedere se la forza di cui si potrà disporre, valga a raggiungere lo scopo desiderato, se no, attenendosi ad altra strada, non si potrà giudicar che dal fatto; ed allora poi ove l' effetto non corrisponda alla speranza, sarà tardi a potervi porre rimedio, a meno di ricominciare il tutto con grave dispendio. Questo modo di innalzare le paratoje di grande resistenza mi pare ad ogni altro preferibile, occupando la macchina un edificio di soli 20 piedi quadrati. Poi val meglio adoperare due paratoje come queste che una sola doppia in larghezza, difficilissima a porsi in movimento.

CAPO SETTIMO

DELLE PICCIOLE CHIUSE PRATICATE A TRAVERSO DELLE TURE CHE SI FANNO NELLE FOSSE DELLE PIAZZE DA GUERRA.

Non avendo fatto che una semplice menzione negli articoli 69, 492, 526 e 528, del buon uso che si può fare delle picciole chiaviche praticate nelle ture di murazione per difendere il passaggio delle fosse di una piazza da guerra o rinnovarvi l'acqua di tempo in tempo, questa parte del mio soggetto mi è sembrato di tale interesse da meritare un capitolo speciale. Quantunque la loro costruzione non contenga nulla che non dipenda da quanto si osserva nello stabilire le chiuse in generale, non lascierò di esporre sommariamente ciò che può ad essa convenire in particolare, supponendo sempre, come ho fatto finora, d'istruire i principianti pei quali la maggior parte delle cose sono nuove.

563. Quando un fiume od un canale attraversano le fosse di una piazza da guerra, per entrare nella città ed uscirne, se ne sostengono le acque con due ture che fanno le veci di dighe, le quali si fanno di murazione e non mai di terra, acciò la loro grossezza non formi dei ponti che potrebbero favorire la diserzione dei soldati del presidio e dar luogo a sorprese; la qual cosa non può avvanire quando le ture sono di murazione, per la precauzione che si prende di terminarle a schiena di mulo, acciò non si possano percorrere, e per maggior sicurezza ancora vi s'innalza una torricciuola che ne taglia assolutamente il passaggio. Mentre si costruiscono queste ture si pratica verso il mezzo una o più paratoje secondo la necessità di farvi passare dell'acqua più o meno ad un tempo per rinnovar l'acqua nella fossa onde supplire a quella che si suppone essere stata evacuata mediante l'apertura di altre picciole chiuse praticate nella controscarpa, come si è dovuto rimarcare negli articoli 490 e 493, parlando di Gravelines. Quindi aprendo e serrando quelle delle ture, si ha la facilità di mettere la fossa a secco quando si giudica necessario per lasciarvi poscia salire l'acqua all'altezza che si vuole. Se il recinto della piazza ha molto circuito, si fanno altre ture per intervallo nei luoghi più convenienti per obbligar l'acqua a circolare per cascate da una fronte all'altra, e non mettere a secco se non quella che si vuole nel caso che siasi potuto praticare ad essa uno scolo particolare senza il soccorso delle sue collaterali. Ed è nella felice scelta della posizione delle ture di questa specie

secondo la peodenza del terreno che un ingegnere può manifestare più che in ogni altra occasione la sua capacità e l'estensione delle sue vedute per procurere alla difesa della piazza tutti i vantaggi che si possono derivare dalle acque; ma siccome non è questo il luogo di trattare una materia così importante, mi riservo a parlarne più profondamente nel secondo volume, per non considerare ora che le ture de per sè stesse.

564. Le figure 1, 2 e 5 della Tavola 57, comprendono l' alzata, il profilo e la pianta di una tura di cui non ho riportato che una parte della lunghezza, bastando per giudicare del resto, principalmente della chiusa che vi si vede. Suppongasi che le estremità di questa tura sieno legate col rivestimento del corpo di piazza e quello della controscarpa, e che l'acqua non possa passare da una parte all'altra se non levando la paratoja della chiusa, la cui pianta è divisa in due parti per esprimere in pari tempo il massiccio della sua fondazione e lo stabilimento della sua platea, che qui riducesi ad un ordine di traverse per ricevere il tavolato, perchè si suppone che non vi sia duopo di maggior complicazione.

Per stabilire solidamente uoa tura, bisogna 1.° aver riguardo sopra ogni cosa alla qualità del terreno su cui si vuole stabilire onde preservarla da ogni accidente; 2.° guarentirne bene i fondamenti dal potente effetto delle acque sostenute, sicchè non giungano mai ad aprirsi un passaggio per di sotto; 3.° regolare la loro grossezza in modo che senza impiegare una quantità troppo grande di materiali si possa essere certi che resisteranno invariabilmente alla spinta delle acque più alte. Di queste tre massime le due prime sono di pura pratica e non possono essere soddisfatte che per le saggie precauzioni di chi farà il progetto e la perizia della ture. Riguardo alla terza, siccome si riduce a valutare la forza della potenza che agirà contro questa tura onde opporre ad essa una resistenza grande abbastanza da non poter temere che pieghi giammai sotto lo sforzo che avrà da sostenere, questa massima non può essere soddisfatta che con una combinazione di vedute teorico-pratiche, come faremo conoscere più innanzi; nondimeno ciò che si è eseguito con miglior successo, essendo di grande autorità per conformarvisi in simili casi, ecco le regole dedotte dall'esame delle migliori ture da me conosciute, seguite dalle modificazioni convenienti, onde lavorare con pari intelligenza ed economia.

565. L'uso per la costruzione delle ture si è 1.° di dare al loro spessore F G, al di sopra della fondazione, una volta e mezzo l'altezza delle più grandi acque che potranno mai sostenere; cioè se salgono a 12 piedi debbono deraeglieue 18 di spessore; 2.° di fare la loro altezza H F presa dalla risega F della fondazione fino all'origine E della cresta E K L, eguale a quella delle acque più alte; 3.° di dare per inclinazione alla parete E F od L G, la sesta parte H E della sua altezza H F; 4.° di fare l'altezza K M della cresta E L K metà della larghezza della sua base E L, affinchè queste due faccie formino un angolo retto; 5.° di fare la lunghezza A B e C D delle braccia della chiusa eguale allo spessore F G della base della tura, onde portare lungi la corrente delle acque ed impedire che possa danneggiarne il piede che con ciò si trova fortificato nella sua parte più debole che è verso il mezzo, poichè queste ali fanno le veci di contrafforti; 6.° di dare allo spessore P Q di queste ali il terzo della loro lunghezza, e fare la loro faccia interna P O dilatata in guisa che lo spessore O R

delle teste sia due terzi di quello della radice P Q, e la loro altezza I O eguale ai due terzi di quella della parete E F: il di sopra delle stesse braccia è fatto in pendio per preservarlo dalle intemperie della stagione.

566. Queste regole mi sembrano bastantemente ragionate; ma mi sia lecito di non adottare la prima senza analizzarla, essendo quella che merita più attenzione. Per giugnervi in modo semplice farò astrazione dai fondamenti delle ture per non considerarne che la massa esterna, che si può supporre appoggiata ad una base immobile come sarebbe un banco di roccia, altrimenti non si avrebbe nulla di determinato, poichè la profondità dei fondamenti dipende dalla natura del terreno. Ciò posto bisogna riguardare nella figura 6 la linea I L, come rappresentante il fondo di una fossa su cui si è elevata una tura di cui A B C D E esprime il profilo tracciato secondo le regole precedenti, e che il livello delle acque ch' essa sostiene sia marcato dalla linea G B corrispondente alla base B D della cresta.

Secondo ciò che s'insegna negli articoli 141, 142, ciascuna sezione verticale della tura espressa dal profilo sarà spinta da una quantità d'acqua, la cui azione può essere rappresentata dalla superficie del triangolo rettangolo ed isoscele K H A avente il suo centro di gravità nella linea orizzontale R S che passa pei due terzi della perpendicolare H A. D'onde segue che se si avesse una forza Q che spingesse questo taglio con la stessa forza e secondo la direzione Q O che le fa l'acqua, essa potrebbe essere espressa dalla superficie del triangolo H K A, mentre la resistenza che le opporrà la tura, lo sarà dal suo profilo, al quale, come anche al triangolo, da noi si attribuisce uno spessore infinitamente picciolo. Si può dunque riguardare questo profilo come equivalente ad un peso P, la cui direzione C G passa pel centro di gravità T corrispondente al mezzo G della base A E.

La forza Q ed il peso P agendo uno riguardo all' altro relativamente al punto d'appoggio E, è chiaro che nello stato d'equilibrio, questa forza starà al peso, reciprocamente come le perpendicolari abbassate dallo stesso punto d'appoggio su le loro linee di direzione C G e Q O, d'onde si deduce $Q : P :: E G : E N$, per conseguenza $Q \times E N = P \times E G$. Non trattasi più che di assegnare a queste due forze i valori proprj ad esse in qualunque caso, per giudicare se i loro effetti sono in equilibrio, e qual parte aliquota l'una sia dell' altre. Allora ciò che succederà per quel caso sarà comune a tutti tosto che le ture saranno costrutte secondo le stesse regole, poichè i loro profili formeranno figure simili.

567. Supponendo che la più grande altezza H A dell' acqua sia di 12 piedi, il triangolo H K A ne avrà 72 di superficie e il profilo A B C D E 169, secondo le quattro prime regole antecedenti, poichè si avrà $A E = 18$ piedi, $F G = 12$, $H B$ o $D M = 2$, $B D = 14$, $F C = 7$. Siccome a volume eguale il peso dell' acqua sta a quello della murazione nel rapporto di 7 a 12, bisogna, secondo l'articolo 144, moltiplicare 72 per 7 e 169 per 12, e si avrà $Q = 504$, e $P = 2028$. Se dopo ciò si moltiplica il valore di Q pel suo braccio di leva A S od E N che è di 4 piedi, e così quello di P pel proprio E G, che è di 9 piedi, si avrà $Q = 2016$ e $P = 18251$, di cui non trattasi più che di cercare il rapporto che si troverà presso a poco quello di 1 a 9. Il che dimostra che quando si dà alle ture una grossezza

sopra la loro base di una volta e mezzo l'altezza delle più grandi acque, la loro resistenza è 9 volte la spinta dell'acqua che hanno da sostenere; perciò io penso che basterebbe far questo spessore semplicemente eguale all'altezza delle acque stesse, perocchè allora la resistenza delle ture sarà presso a poco il quintuplo della spinta, il che basta per rassicurare la più timida circospezione. Se ne giudicherà ripetendo il calcolo precedente, ove bisogna supporre $AG = 12$, $BD = 8$ e $C = 4$; si troverà $P = 9792$; e siccome l'azione della spinta dell'acqua rimane la stessa, poichè non vi è nulla di mutato nell'altezza, si avrà ancora $Q = 2016$, il cui rapporto con 9792, non differisce molto da un quinto.

Lascio d'altronde alle persone dell'arte il prendere quel partito che crederanno a proposito secondo la natura dei materiali che avranno da mettere in opera, la quale considerazione deve influir molto alla solidità dell'opera. Almeno da ciò che precede si dedurranno delle idee più luminose che d'ordinario non se ne ha pel meccanismo delle ture o dighe di murazione, e si sarà in istato di lavorare con più sicurezza.

568. Di qualunque natura sia il fondo del terreno su cui si vuole stabilire una tura, nel tracciarne la fondazione bisogna dare ad essa, come pure alla chiavica, una larghezza tale, che la murazione che vi si deve erigere abbia almeno un piede di risega, come mostra la figura 5, onde impostarla solidamente. Condotto lo sterro alla profondità necessaria per la facilità del lavoro, si profonda seguendo la linea del disegno un filare di palanche X da ciascona parte della tura, ed intorno allo sporto Z che deve formare la cavicchia onde dar luogo all'incassatura in cui deve essere rinchiusa la fondazione per guarentirla dagli accidenti che potrebbero in seguito cagionare le acque sostenute. Simone Stevin fu il primo a farne sentire tutta la necessità nel suo libro sul modo di fortificare le piazze per mezzo di chiaviche. Clement non si appagò di questa semplice fila nelle ture che fece fare a Dunkerque, ma credette bene di aggiugnerne una seconda Y applicata contro la precedente e con la loro testa serrata fra due appoggi T, V, inchiodati e incavicchiati insieme, come nell'articolo 261, appianate al livello della risega; il tutto poi ricoperto da un tavolato G ed F. Queste palanche, di 8 in 10 piedi di altezza per 4 in 5 pollici di spessore e 15 o 16 pollici di larghezza, si piantano molto più basse della fondazione onde le acque sostenute non possano mai passare per di sotto. Dopo ciò si continua lo sterro consecutivamente od a porzioni per toccare il buon fondo che d'ordinario s'incontra senza andar molto avanti atteso lo scavo già fatto della fossa. Nondimeno se si trovasse di sì cattiva qualità che necessariamente si dovesse palafittare e farvi un graticolato, si regolerà come è stato insegnato su tale argomento nel primo libro, facendovi le modificazioni convenienti. Si osserverà che avendo un terreno molle vi sarebbe maggior necessità di dare alle palanche tutta l'altezza che sarà possibile affinchè sostengano bene il terreno che rinchioderà l'incassatura e non possa soffiare pei fianchi quando sarà caricato di tutto il peso della tura, altrimenti sarebbe a temere che si abbassasse sensibilmente. Siccome tutte le attenzioni che bisogna avere in simili casi, mi farebbero ripetere ciò che ho detto su la fondazione delle chiuse in generale, non mi trattengo di più essendo presumibile che quelli che avranno la condotta di un tale lavoro non trascureranno nulla per assicurarne la solidità. Aggiugnerò che per in-

terrompere il corso dei fili d'acqua che verrebbero io seguito ad introdursi sotto la foodazione, malgrado la buona commessura delle palanche si pone ancora per maggior sicurezza una corsia o due di tavole N, larghe 16 pollici per 4 di spessore, posate io coltello per tutta la lunghezza della fondazione, in cui sono inchiavate per una metà della loro larghezza, e l'altra piantata nel vivo suolo; perciò la parte inferiore è tagliata a spigolo come le palanche. Per rendere più uniti questi diafragmi, credo che sarebbe meglio cominciare da un taglio largo 18 pollici ed altrettanto profondo, ed coprirlo di argilla per piantarvi le tavole di cui si tratta, con le quali l'argilla si unirà meglio di quello che può fare una terra ghiajosa o sabbiouiccia, quando se ne incontrasse di questa specie.

569. Dopo che la foodazione è innalzata all'altezza della risega, si comincia a formare il corpo della tura, la cui parete si riveste coo pietre disposte in chiave ed in fascia e suggellate *in opera,* con malta di cemento. Il di dietro è muoito di mattoni in malta della stessa qualità per lo spessore di circa due piedi, formaoti ad intervalli delle cateoe da una parete all'altra, ed il restante in muraziooe ordinaria. Bisogna inoltre, partendo dalla prima corsia della fondazione innalzare nel mezzo del suo spessore un muro di due mattoni collegati, lavorati con molta cura in malta di cemento. Questo muro deve stendersi per tutta la lunghezza della tura, e l'altezza di esse terminerà ad un piede sopra la base della cresta. L'oggetto di esso è di arrestare il progresso delle filtrazioni delle acque del sostegno, specialmente nel caso in cui sopravvenisse qualche guasto considerevole.

Si termina la parete con una fascia alta tre pollici per uno di sporto fatta su l'ultima corsia; il resto della sua altezza è tagliato secondo il pendio della cresta per eguagliare la superficie il cui spigolo è formato da mattoni posti io faccia, corrispondendo la loro coda alternativamente a ciascuna delle faccie.

570. Riguardo alle spalle della chiusa, la loro parete s'innalza a piombo come al solito, e richiede pure molta cura nel corso della costruzione. Innalzandole si cerca di praticarvi ad intervalli delle infossature a guisa d'incastri per ricevere dei pali di 8 pollici di squadratura che servono ad inchiodare le tavole che debbono guarentire le stesse pareti dai danni che l'impeto delle acque potrebbe ad esse cagionare. Questi pali, doveodo essere ritenuti da viere, si ha cura d'inchiavarne i tiranti nella muraziooe, e nel costruire la platea si avverte di far sì che s'incontri una traversa nel sito di due pali opposti, acciò possa servire loro di base. Non dico nulla delle misure dei legni che entrano in questa specie di chiuse dipendendo dalla loro larghezza a cui è facile aver riguardo. Aggiugnerò soltanto che la platea dev'essere costrutta con altrettanto studio come per quelle delle grandi chiuse e che vi si fanoo pure delle platee addizionali, la cui estensione si regola su la forza che presumesi poter avere la corrente che deve cagionare la chiusa. Su la qual cosa giova osservare che quando ciò non succede che per uoa parte soltanto della tura, non si fanno ali dall'altra, nel qual caso si trovano le ture che sostengouo un fiume od un canale ne'quali l'azione delle chiaviche si manifesta solo al di fuori.

Le figure 4. 5 e 6, Tavola 38, di cui abbiamo rimessa la descrizione a questo capitolo, articolo 491, ne offrono un esempio preso da una delle ture che un tempo sosteneva a Dunkerque le acque del canale di Bergues

per attraversare la fossa della piazza; perciò le loro chiuse non avevano accompagnamenti che dalla parte della fossa, figura 4 e 5. Riguardo all'altra, la sua parete C, figura 6, era guarentita con pali dall'urto dei bastimenti che entravano od uscivano dal porto pel canale.

571. Devesi osservare che questo canale servendo allora di serbatojo per espurgare il porto, il mare vi entrava nel tempo delle acque vive per l'altezza di 15 in 16 piedi, il che costrinse ad innalzare le ture di cui si tratta in proporzione, e quindi le spalle delle loro chiuse che non si sarebbero mai potuto aprire se la paratoja fosse stata di un pezzo solo come al solito. Per rimediare a tale inconveniente si prese il partito di dividerla in quattro pezzi separati, aventi ciascuno alla sommità un uncino che si aggruppava ad un anello attaccato all'estremità della corda di un verricello. Quando si voleva aprire la chiusa per tutta l'altezza o soltanto in parte, si levavano questi pezzi ad uno ad uno dai loro incastri. Volendo chiuderla si facevano rientrare per calcarli con una manovra contraria, e due uomini facevano agevolmente ciò che otto non avrebbero potuto eseguire senza un grande apparecchio di macchine. Con un mezzo presso a poco simile due o tre uomini aprono e serrano comodamente senza il soccorso di alcuna macchina delle chiaviche aventi perfino 12 piedi di larghezza, destinate a formare delle innondazioni tenendo in collo un fiume; a tale uopo si servono di travi che fanno discendere una dopo l'altra negl'incastri praticati nelle spalle o li ritirano col mezzo di occhielli attaccati a ciascuna e di funi o pertiche ad uncini, come vedrassi quando ne parleremo più particolarmente nel secondo volume.

572. Quando si hanno delle ragioni per dare ad una tal chiusa 7, 8 in 9 piedi di larghezza, si chiude con due paratoje A, B, come dimostra la figura 4, ovvero si pratica un pertugio in ciascuna spalla per dare alle acque tre sbocchi invece di uno; tale è la chiusa rappresentata dalle figure 3, 7 e 8 sviluppate così chiaramente che basta vederle per distinguerne le parti; frattanto volendo evitare ogni equivoco, si osserverà che MN rappresenta un'estremità della tura considerata al livello della prima corsia della sua fondazione, che OP all'incontro dimostra la sua cresta veduta d'alto in basso; e che fra queste due si trova la chiusa la cui pianta è divisa in due parti. La prima comprende un graticolato posato sui pali, perocchè si suppone che la cattiva qualità del terreno l'abbia reso necessario, e la seconda la platea DC con uno degli acquidotti EF chiuso dalla paratoja G, maneggiata con un martinetto Q espresso nella figura 1, al pari della paratoja H sospesa al verricello I, che i custodi fanno girare con leve ponendosi sul picciolo ponte K. Per dare ad essi maggior facilità, si uniscono talvolta le due parti della tura con una vôlta Q onde produrre una piattaforma BGLC, figura 2, innalzata a livello dello spigolo SK della cresta. Allora ciascuna faccia esterna ABCD, figura 1, di questa piattaforma si fa sul prolungamento HA, figura 3, della parete della tura. Se nella figura precedente si considera la relazione che hanno fra loro le parti marcate dalle stesse lettere, esse non lascieranno nulla a desiderare per la perfetta intelligenza di questa chiusa, la cui platea accessoria mostra bastantemente in che modo debb'essere costrutta per quelle di questa specie.

573. Quando le fosse di una piazza marittima possono servire di serba-

tojo per espurgare un canale, in ciascuna delle ture onde sono terminate verso l'ingresso del porto si può praticare una chiusa (70), a porte girevoli, larga 8 in 9 piedi, che non può produrre che un ottimo effetto se è ben situata, attesa la grande quantità d'acqua, che iscaricherà ad un tempo. Clement ne aveva progettate di simili per Dunkerque e Calais, avendo fatto in tale circostanza i disegni riportati su la Tavola 59, che prescindo a dettagliare dopo tutto ciò che ho detto sull' azione di consimile porta negli articoli 279, 280 e 281. Aggiugnerò soltanto che volendo far sostenere a questa porta ora l'acqua del sostegno or quella dell' alta marea, si chiude interamente la paratoja che corrisponde alla faccia caricata, e si lascia aperta l'altra in tutto od in parte, affinchè la parte della spinta maggiore dell'acqua sia opposta alla battuta che deve ad essa servire di appoggio. Voglio dire, per esempio, cha se la faccia H, che qui si presenta, sostenesse l'acqua della fossa a marea bassa, bisognerebbe che la paratoja I opposta alla battuta K fosse chiusa e la seconda aperta al contrario, quando l'altra faccia sarà caricata dal mare. Qui non si è adoperato barletto essendo l'albero girevole G situato nel mezzo della larghezza della chiusa di cui si sono soppresse le porte al mare; perocchè si suppone collocata di fianco al coperto delle ondate del mare. Nondimeno, se si dovesse temerne la violenza, si potranno collocare queste porte come è indicato su la Tavola 24, e fare le spalle acciò adatte.

574. Avendo voluto approfittare dello spazio che si è trovato vacante su la Tavola 58, dopo avervi collocate le tre prime figure, l'ho occupato con varie specie di valvole destinate a chiudere le doccie di legno che si fanno nelle dighe per facilitare lo scolo delle acque di un territorio acquoso vicino al mare. La prima di queste valvole, figura 4, che si suppone di 7 a 8 piedi in quadrato, è sostenuta da un bilanciere che ne solleva il peso, ma gliene lascia abbastanza per potersi chiudere di nuovo da sè tosto che le acque dolci cessano di passarvi ed il mare risalendo vi si appoggia contro. La stessa cosa può anche eseguirsi senza bilanciere dividendo questa valvola in due parti eguali C D, E F, figura 5, ciascuna delle quali è spezzata come in due fogli uniti da cerniere. Quando le acque dolci non salgono che a mediocre altezza alzano i fogli inferiori D F, e quando hanno assai più forza nei tempi delle grandi escrescenze, anche i superiori C ed E sono costretti ad aprirsi. In quanto alla picciola valvola della figura 6, non si è qui riportata che per dare un'idea delle più usitate.

Giacchè siamo sul modo di evacuare lo acque da un paese acquatico. ecco una diversa specie di porte di chiuse comprese su la Tavola 60, eseguite nel 1712, per asciugare delle paludi nella Bassa Normandia nei dintorni di Carantan. La permanenza delle acque dolci che non avevano scolo, unitamente a quella del mare che coprivano di tempo in tempo il territorio di cui parliamo, l'avevano reso di nessun valore e l'aria così malsana, che sovente vi regnavano malattie epidemiche. Volendo rimediarvi s'innalzarono delle dighe per impedire al mare di passar oltre e in queste dighe si fecero di quando in quando le chiuse di cui si tratta, corrispondenti ai ruscelli principali a cui mettevano capo le fosse che dovevano produrre l'asciugamento. L'opera fu eseguita con tanto successo da Morel, allora ingegnere direttore di Ponti e Strade nella provincia, che al-

cuni anni dopo queste paludi che prima erano impraticabili sono divenute pascoli eccellenti.

575. Le figure 1 e 2 rappresentano l'ingresso di una doccia veduta dalla parte della sponda, serrata da una porta girevole, della quale il mare crescendo spinge la parte più grande, assai più che non la picciola, e la costringe a chiudersi fino al tempo in cui permette all' acqua dolce di aprirla e scolare. Allora questa porta si trova nella situazione ove la rappresenta il disegno, appoggiata al basso contro zoccoli attaccati alla platea, il che è facile intendere. Non dico nulla della costruzione delle docce che richieggono molta attenzione per essere ben fatte, perocchè se ne tratterà a fondo nel secondo volume.

La figura 5 esprime un passaggio in forma di chiusa praticato in una diga avente una semplice porta che il mare chiude appena s' innalza, venendo a gettarsi nel seno A formato dalla porta, e l'allargamento che vi corrisponde, che si dilata abbastanza per facilitare l' azione dei fiotti.

Nei luoghi in cui una diga si trova tagliata dal corso di un ruscello o di un fiume, se è necessario farvi un ponte, si costruisce in modo che ciascuna delle sue arcate possa ricevere doppie porte, che l' acqua dolce ed il mare aprono e chiudono alternativamente, come dimostrano le figure 3 e 4 che non contengono nulla il cui scopo non sia fatto conoscere dalla figura 5.

576. Tutti i mezzi che s' impiegano per trattenere ed iscaricare le acque a piacere facendo parte delle chiaviche in generale, credo di non allontanarmi dal mio soggetto riportando qui una porta in forma di barriera immaginata ingegnosamente per far gonfiare le acque di un picciolo fiume senza interromperne affatto il corso, onde renderlo navigabile o costringerlo ad irrigare un terreno asciutto. Per intender bene il meccanismo di questa barriera, bisogna considerare la figura 8, in cui vedrassi che trattasi primieramente di un telajo KHQR, il cui ritto SK dev' essere considerato come il perno di una porta di chiusa, avente anche un perno superiore ed un collare che non si sono marcati nel disegno per non cagionar confusione. Nell' altro ritto QR, che si suppone appoggiato alla spalla opposta, è sospesa una barriera IVXY, che si alloga nelle battute fatte nello stesso telajo, per tenerla chiusa malgrado la corrente dell' acqua che tende ad aprirla, e che si suppone venire dall' altra parte. Ecco la disposizione che si è data alle ferramenta che ne formano la chiave.

577. Nel ritto SK è attaccato solidamente un tacco Z, attraversato da una cavicchia posta in G che serve di asse ad una barra di ferro LF traforata in questo luogo, formante alla sua estremità F un uncino per ritenere la barriera, mentre all' altra vi si attacca un manico di legno CD, di modo che tutta la lunghezza CF compone una leva il cui centro di moto è in G; quindi appoggiando su l' estremità C per farlo discendere, l' uncino F s' innalza e si separa dalla barriera, che non essendo più ritenuta, la corrente che la spinge l' aprirebbe se non avesse altro appoggio. Siccome per maggior solidità conveniva ch' essa fosse anche sostenuta in T dalla sua base e nel mezzo E della propria altezza, si è sospesa al braccio della leva precedente una barra di ferro HK la cui sommità agisce liberamente intorno ad un perno. Questa è pure legata in O ed in K a due altri pezzi OE, KT che hanno anch' essi il loro centro di moto

nei punti A ed I, in guisa che il primo L F non può esser mosso dal manico C D se non si muovono anche i precedenti, essendo tutti e tre collegati insieme; ma prima di andar più oltre si osserverà che l' uncino E del secondo O E copre per un pollice circa il dritto V I della barriera, e che l' altro T del terzo K T, si applica del pari su la traversa I Y.

E facile vedere che appoggiando sul manico C D, il punto H s'innalza, e per conseguenza s'innalza pure l' asta H K, il che non può avvenire se non fa discendere gli uncini E e T che abbandonano la barriera, come fa pure quello al di sopra F; la corrente l' apre cacciandola di fianco, finchè siasi disposta contro le faccie opposte nella situazione in cui la rappresentano le figure 6 e 7. Si osserverà di sfuggita che appena il custode abbandona il manico C D, il peso delle ferramenta che compongono la chiave, rimette gli uncini nella situazione in cui si vedono, colla differenza che non sostengono più nulla.

578. Per facilitare il movimento del telajo si suppone che siasi praticato nella grossezza della spalla una specie di taglio R O Q S, di un piede circa di profondità sotto il pianterreno; che nel fondo si abbia radicato il nucleo di un argano, articolo 424, la base della cui cassa ha un rialzo dentellato in forma di rocchetto G, che s'ingrana coi denti di un' asta di legno B M, attaccata da una parte al telajo e dall' altra sopra un cilindro orizzontale posato in fondo al taglio, mentre un altro cilindro verticale, che vedesi in fronte ad N, lo impedisce d' allontanarsi dal rocchetto, il che è facile da immaginare.

Quando si vuol aprire la chiusa per lasciar passare un battello, si gira l' argano il cui rocchetto fa camminare l' asta dentata, e quindi il telajo, che non trova resistenza per parte della corrente se non quanta ne oppone la traversa inferiore ed il battente. La barriera non ne prova quasi nessuna, perocchè cammina quasi sempre di fianco nel filone dell' acqua che l' avvicina naturalmente al suo telajo; quindi il tutto procede senza sforzo fino al momento in cui il telajo si applica contro la spalla; allora il custode si appoggia al manico della chiave per innalzare l' uncino superiore ed abbassare l' inferiore, affinchè la barriera entri nelle sue battute; e quando vi si trova ben allogata, esso abbandona la chiave che la tiene come prima.

579. È evidente che per serrare la chiusa non si ha che da volgere l' argano in senso contrario al precedente; allora l' asta dentata spinge innanzi la barriera al che è ajutata dalla corrente stessa, che basta sola per condurla nella sua battuta appena che può dominarla. Non dico nulla del rapporto che esiste fra il vuoto ed il pieno di questa barriera che deve regolarsi su la maggiore o minore quantità d' acqua che si vuol sostenere. Terminerò quest' articolo, aggiugnendo che appunto con un argano od un' asta dentata come questi, si aprono e si chiudono le imposte delle chiuse di Ostenda e di Bouzingue di cui promisi negli articoli 426 e 520 di far menzione.

580. Ci rimane da spiegare la figura 7, Tavola 58, che rappresenta il profilo di una specie di paratoja a leva, che si vede in varj luoghi dei Paesi-Bassi sui piccioli canali. Questa paratoja s' innalza appoggiandosi sull' estremità A della leva A B, a cui è sospesa coll' asta D che si muove liberamente in una fenditura E sopra la quale è una ca-

vicchia F che serve a fermarla. Quand' essa è uscita del tutto dall'acqua quelli che la sostengono vanno innanzi verso la spalla ove si trovano, onde applicarvi la paratoja che lasciano discendere e poggiare sul fondo del canale. Sembra inutile il dire che il perno C D della leva gira sopra una ralla G e che è abbracciato sulla faccia opposta del punto H da una mezza viera di ferro, della quale avrassi un'idea considerando la figura 4, Tavola 31. Inoltre il pezzo I H è solidamente legato con la trave K L che fa parte di un telajo che serve di base per guarentire la solidità della macchina colla quale finisco questo primo volume della seconda parte ; il secondo sarà ancor più interessante per la varietà delle diverse specie di lavori che vi s' insegnano.

FINE DEL PRIMO TOMO DELLA PARTTE SECONDA.

TAVOLA DELLE MATERIE

CONTENUTE NEL PRIMO TOMO DELLA PARTE SECONDA.

LIBRO I.

COGNIZIONI PRELIMINARI PER ISTABILIRE LE COSTRUZIONI CHE SI DEBBONO FARE NELL'ACQUA.

CAPO I.

CAPO II.

CAPO III.

CAPO IV.

In cui si determinano in modo generale le proporzioni delle chiuse. *pag.* 45

CAPO V.

Contenente ricerche su la perfezione delle chiuse.

Sezione I.

Sezione II.

Sezione III.

CAPO IV.

Sezione I.

Sezione II.

Sezione III.

CAPO VII.

Sezione I.

Sezione II.

Descrizione della fondazione della grande chiusa già esistente presso il bacino di Dunkerque. . . . . » 118

Sezione III.

Descrizione delle chiaviche di mediocre grandezza per dirigere le acque al vantaggio di un porto di mare . . . . . . » 122

CAPO VIII.

Dettagli appartenenti alla costruzione delle platee di legname.

Sezione I.

Sezione II.

Sezione III.

CAPO IX.

CAPO X.

CAPO XI.

CAPO XII.

CAPO XIII.

Sezione I.

Sezione II.

Sezione III.

SEZIONE IV.

CAPO XIV.

CAPO XV.

LIBRO II.

DESCRIZIONE DELLE CHIUSE A PIÙ APERTURE AD USO DELLA MARINA
E DELLE PIAZZE FORTI.

CAPO I.

Sezione I.

SEZIONE II.

SEZIONE III.

SEZIONE IV.

CAPO II.

CAPO III.

CAPO IV.

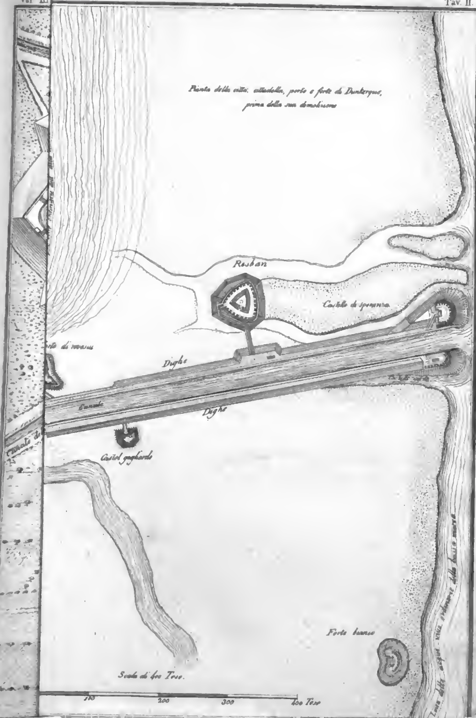
CAPO V.

CAPO VI.

CAPO VII.

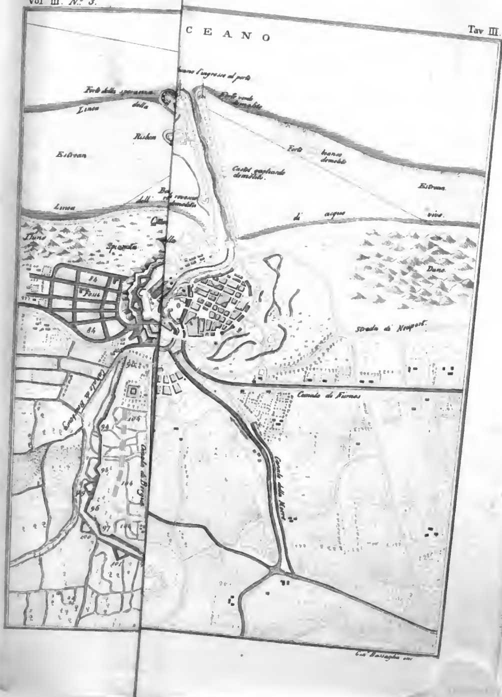
FINE DELLA TAVOLA DELLE MATERIE DEL TOMO PRIMO
DELLA PARTE SECONDA.




Pianta della città, cittadella, porto e forte di Dunkerque,
prima della sua demolizione
Resban
Castello di speranza
Dighe
Canale
Dighe
Castel gagliardo
Forte bianco
Scala di 400 Tese.
100
200
300
400 Tese

Vol III. N.° 3.

Tav III.



Vol III N° 9

Gabarra eseguita alla barriera di Bajona per affondare delle dighe all'imboccatura della Douro.

Veduta ed alzato della Gabarra considerata in fronte al martino

Fig. 5.

Veduta e profilo preso pel traverso della Gabarra a seconde

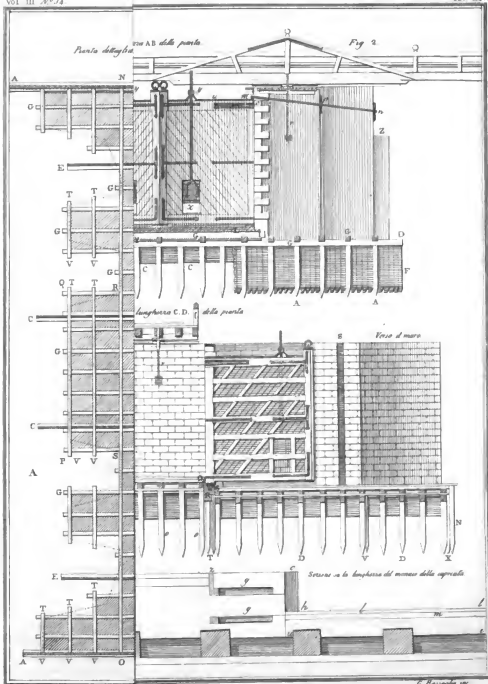
A B

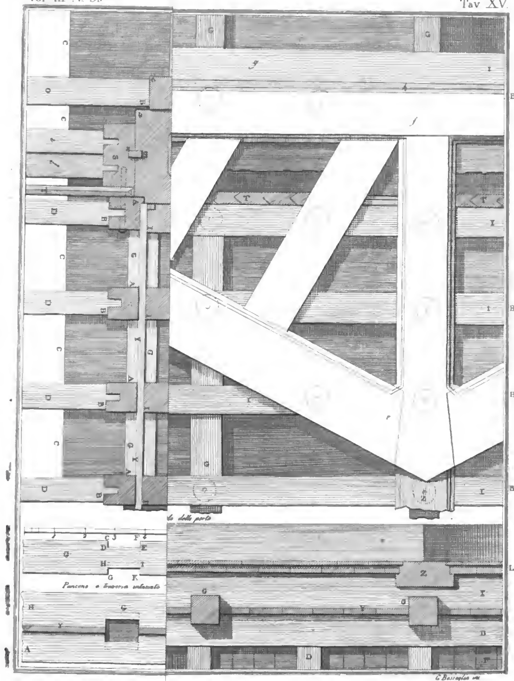
D

E

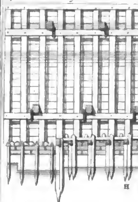
Fig. 3.

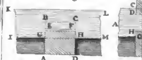
G. Bassaglia inc.

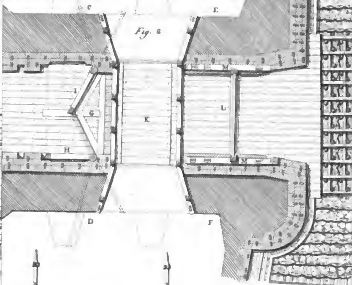

Pianta dell'argine
... AB della pianta
Fig. 2
lunghezza C. D. della pianta
Verso il mare
Sezione su la lunghezza del monaco della capriata
G. Bassaglia inc.

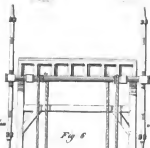

Panconi e traversa intacati
G. Bassoglio inc







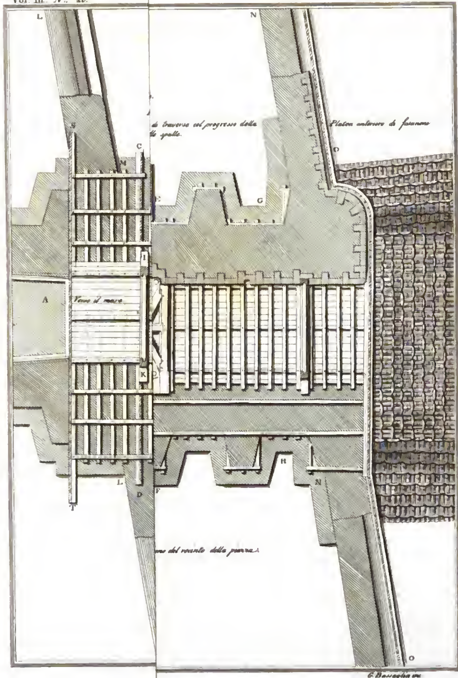


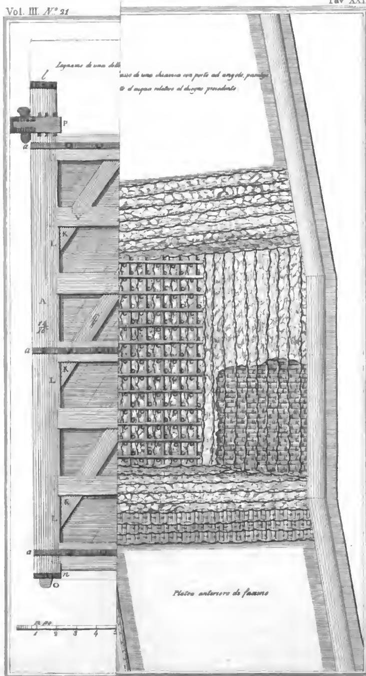




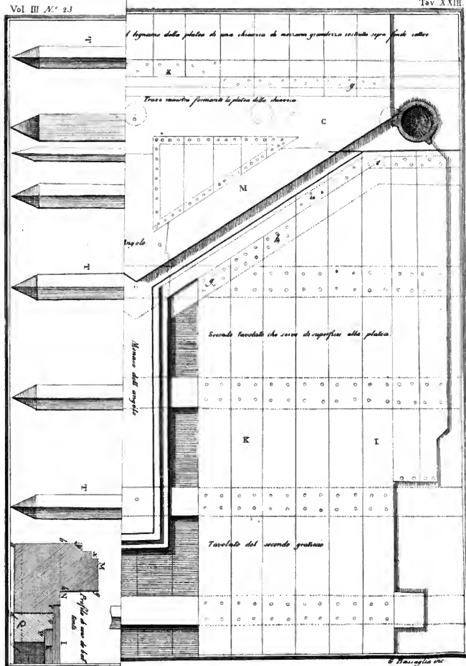


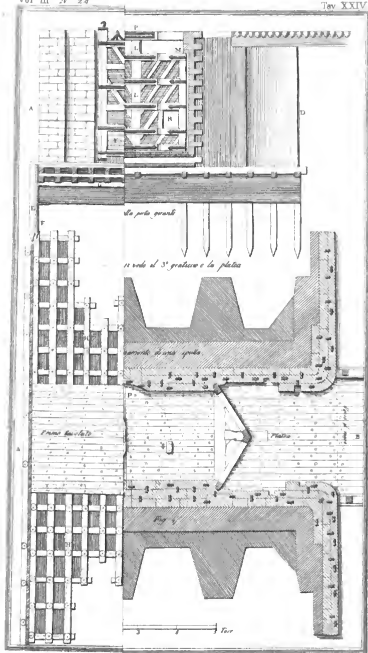
G. Battaglia inc.


L
N
S
C
M
O
E
G
I
A
Verso il mare
K
L
D
F
H
N
T
di traverse col progresso della
lle spalle.
Platea anteriore di fascinone
del recinto della pietra
O
G. Bassaglia inc.



l
P
a
K
L
A
a
K
L
K
L
a
n
O
Platea anteriore di fascine
1
2
3
4
5


Trave maestra formante la platea della chiavica
C
M
Angolo
T
Secondo tavolato che serve di superficie alla platea.
Monaco dell'angolo
K
I
Tavolato del secondo graticcio
M
N
I
G. Bassaglia inc.


Vol III N° 24
Tav XXIV
si vede il 3° graticcio e la platea
Platea



Vol III.
H
G
G

Sviluppo della gran chiavica del nuovo canale di Gravelines terminata nel 1738

Scala della pianta di Gravelines

10 20 100

... secondo la linea C D E R della pianta

Verso Mare

V A T Z S N O

C N O

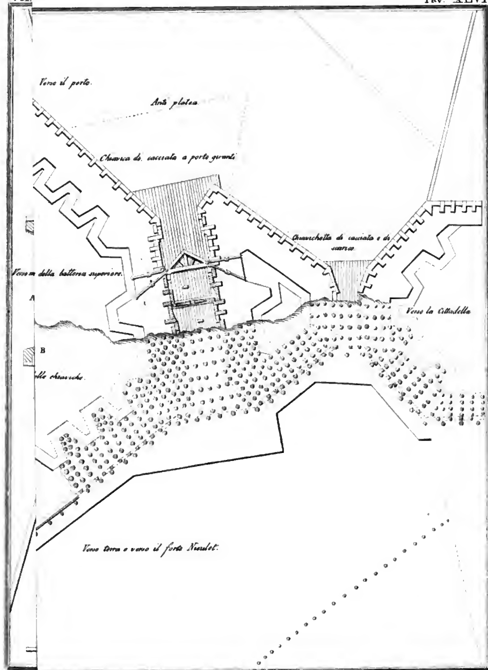
Gio.ª Bavaglia inc

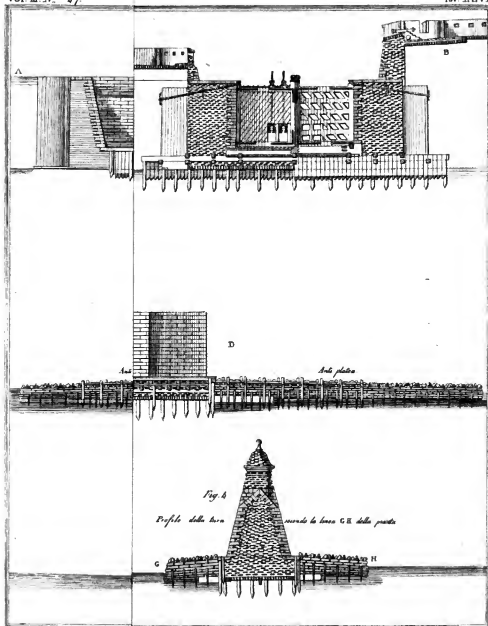
Vol. III. XLIII

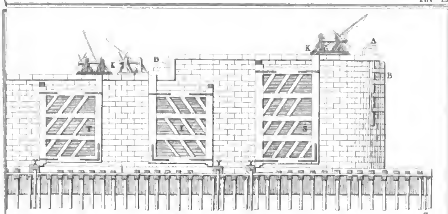
Pianta

Mar

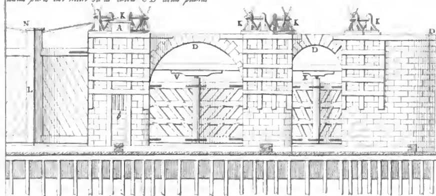
Profilo di una delle dighe di fascina del canale


Verso il porto.
Anti platea
Chiavica di cacciata a porte giranti
Chiavichetta di cacciata e di scarico
Verso m della batteria superiore.
A
B
Verso la Cittadella
lle chiaviche.
Verso terra e verso il forte Nieulet.
G. Bassaglia inc.


A
B
D
Anti
Anti platea
Fig. 4
Profilo della torre secondo la linea G H della pianta
G
H



dalla parte del mare su la linea CD della pianta



interno delle porte giranti.

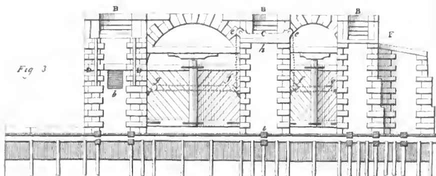
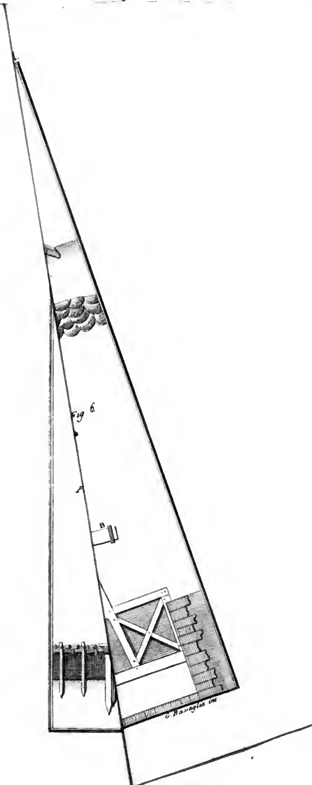


Fig 3

Battaglia inc


Fig 6
A
B





